

CONN. IL
METODO
DELL' EVOLUZIONE



PICCOLA BIBLIOTECA DI
SCIENZE MODERNE. N. 132
FRATELLI BOCCA. EDIT.

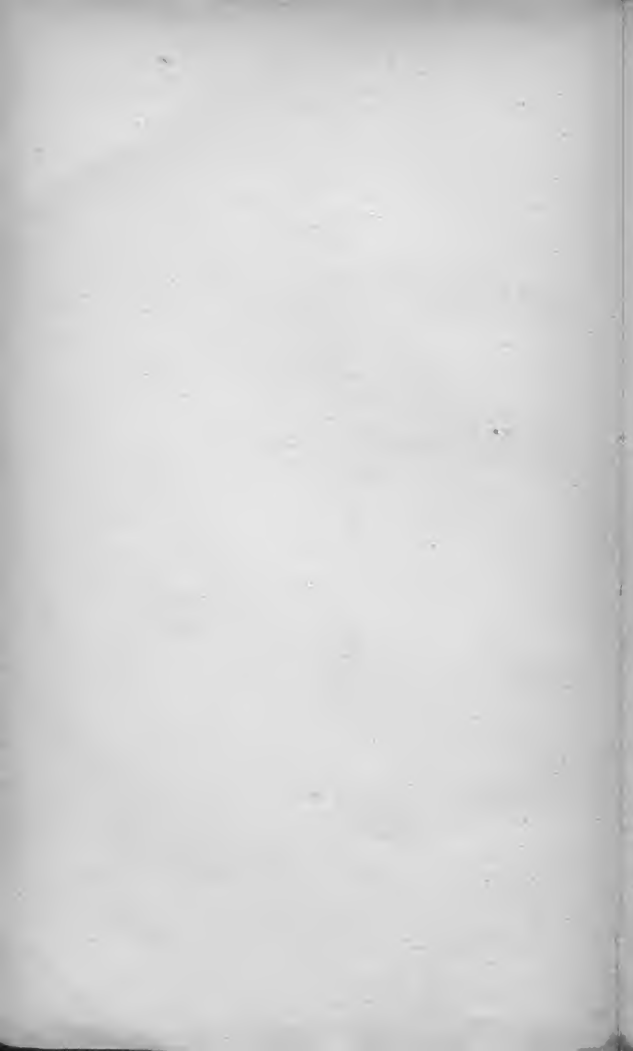
Piccola Biblioteca di Scienze Moderne

Eleganti volumi in-12°

1. ZANOTTI-BIANCO. In cielo. Saggi di astronomia	L. 2,50
2. CATHREIN. Il Socialismo. Suo valore teoretico e pratico. — (3 ^a edizione)	2 —
3. BRÜCKE. Bellezza e difetti del corpo umano. — (2 ^a edizione)	2,50
4. SERGI. Arii e Italici. Attorno all'Italia preistorica. — Con figure	8 —
5. RIZZATTI. Varietà di storia naturale. — Con figure	5 —
6. LOMBRoso. Il problema della felicità	8 —
7. MORASSO. Uomini e Idee del domani. — L'egoarchia	8,50
8. KAUTSKY. Le dottrine economiche di C. Marx. — (Sequestrato)	8 —
9. HUGUES. Oceanografia	8,50
10. FRATI. La donna italiana	2 —
11. ZANOTTI BIANCO. Nel regno del sole	2,50
12. TREILO. Il misticismo moderno	8 —
13. JERACE. La ginnastica e l'arte greca. — Con figure	8 —
14. REVELLI. Perché si nasce maschi o femmine?	2,50
15. GROPPALI. La genesi sociale del fenomeno scientifico	2,50
16. VECCHI E D'ADDA. La marina contemporanea. — Con 90 fig.	5 —
17. DE SANCTIS. I sogni	5 —
18. DE LACY EVANS. Come prolungare la vita. — (2 ^a edizione)	8 —
19. STRAFFORELLO. Dopo la morte. — (2 ^a edizione)	8 —
20. LASSAR-COHEN. La chimica nella vita quotidiana. — (2 ^a ediz.)	4 —
21. MACH. Letture scientifiche	8,50
22. ANTONINI. I precursori di Lombroso. — Con figure	2,50
23. TRIVERO. La teoria de	2,50
24. VITALLI. Il rinascimen	2 —
25. DISA. Le previsioni d	8 —
26. TAROZZI. La virtù con	2 —
27. STRAFFORELLO. La sele	8 —
28. SERGI. Decadenza del	4 —
29. MASE-DARL M. T. Cleer	4 —
30. DE ROBERTO. L'Arte	2,50
31. BACCIONI. La vigilanza	4 —
32. MARCHESINI. Il simbolismo	8,50
33. NASELLI. Meteorologia nautica	2,50
34. NICEFORO. Italiani del nord e italiani del sud	5 —
35. ZOCOLI. Federico Nietzsche	4 —
36. LORIA. Il capitalismo e la scienza	8,50
37. OSBORN. Dal Greco a Darwii	8,50
38. CICCOTTI. La guerra e la pace nel mondo antico	8,50
39. RASUS. Diritti e doveri della critica	8 —
40. SERGI. La psiche nei fenomeni della vita — Con figure	2,50
41. HENLE. La vita e la coscienza. — Con figure	8 —
42. BACCIONI. Nel regno del profumo. — Con figure	2,50
43. STRAFFORELLO. Il progresso della scienza	8 —
44. MINUTILLI. La Tripolitania. — Con una carta	8,50
45. MAETTERLINK. La saggezza ed il destino	8,50
46. MOLLI. Le grandi vie di comunicazione	4 —
47. VACCARO. La lotta per l'esistenza	8 —
48. GRANT ALLEN. La vita delle piante. — Con figure	8 —
49. ZINI. Il pentimento e la morale ascetica	8 —
50. MATERI. L'eloquenza forense	2 —
51. MORASSO. L'imperialismo artistico	8,50
52. LOMBRoso. I segni rivelatori della personalità. — Con figure	8 —
53. ODDI. Gli alimenti e la loro funzione	4 —
54. ROSSI. I suggestionatori e la follia	2,50
55. VACCAL. Le feste di Roma antica	8,50
56. MARCHESINI. Il dominio dello Spirito	8,50
57. SERGI. Gli Arii in Europa e in Asia. — Con figure	8,50
58. ZANOTTI BIANCO. Istorie di mondi	4 —
59. HARNACK. L'essenza del Cristianesimo	4 —
60. JAMES. Gli ideali della vita. — (2 ^a edizione)	8 —
61. BACCIONI. Dall'alchimia alla chimica. — Con figure	5 —
62. CAFFELLETTI. La leggenda Napoleonica. — Con figure	5 —
63. MACH. Analisi delle sensazioni	4 —

DC 9196

IL METODO DELL'EVOLUZIONE



H. W. CONN

Professore di Biologia alla Werleyan University.

IL METODO DELL'EVOLEZIONE

ESPOSIZIONE DELLE CONDIZIONI DELLA SCIENZA PRESENTE
PER RAPPORTO ALLA QUESTIONE DELLE LEGGI E DELLE FORZE
CHE HANNO PRODOTTO L'ORIGINE DELLE SPECIE

TRADUZIONE DALL'INGLESE

DEL

Dr. GIUSEPPE NOBILI



TORINO

FRATELLI BOCCA, EDITORI

MILANO - ROMA - FIRENZE

1907

PROPRIETÀ LETTERARIA



Torino — Tipografia VINCENZO BONA (10237).



PREFAZIONE

Ogni giorno diviene più evidente che le investigazioni future sul problema dell'evoluzione devono essere condotte da uomini nuovi. Quasi tutti coloro che intrapresero lo studio di questo soggetto sotto lo stimolo delle prime opere di Darwin sono morti, o hanno oltrepassato quell'età dalla quale si poteva sperare che portassero la discussione in nuovi campi. Anche la generazione successiva, che tanto contribuì a formare le nostre idee, ha passato quell'età che poteva prometterci da essa molto progresso nel futuro. La discussione deve d'ora innanzi passare ad una generazione che entrò nella scienza illuminata dalla luce dell'evoluzionismo, e che non è stata obbligata a convincersi della verità del concetto. Noi possiamo tenerci sicuri di aver veduto gli ultimi contributi che ci poterano venire dalla vecchia generazione, quindi per l'avvenire dobbiamo cercare nuove menti che raccolgano l'eredità trasmessa, e la usino come fondamenta sulle quali costruire un tutto più consistente.

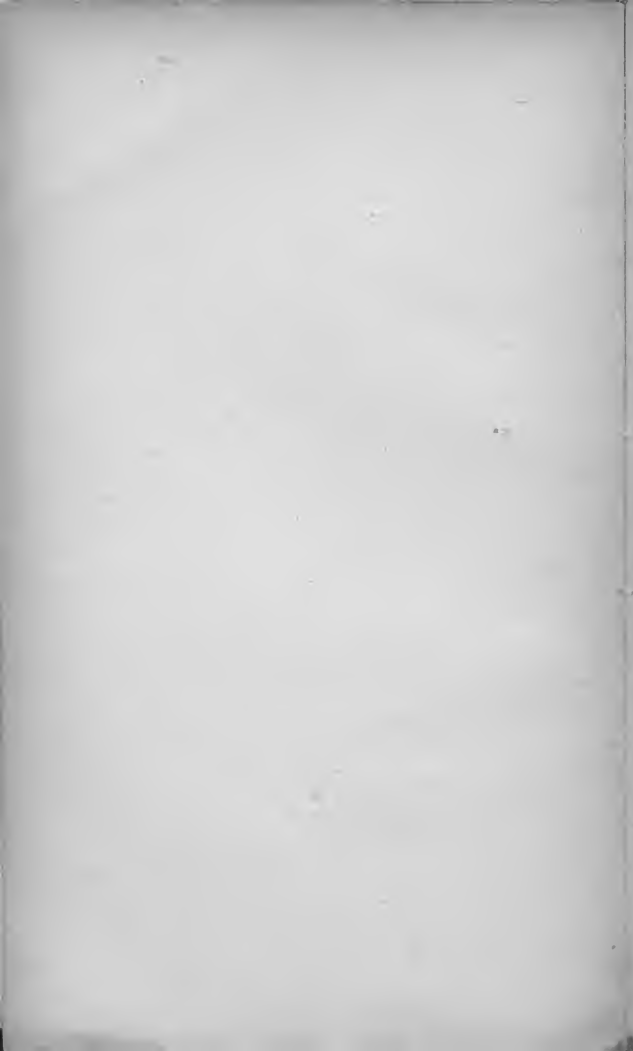
La discussione evolutiva dei quaranta anni passati dopo Darwin fu in grande parte di scienza deduttiva. La legge della selezione naturale promosse immense speculazioni sul come potesse agire, e su ciò che essa produrrebbe sotto certe condizioni. Una grande parte di questa discussione non è diversa da quella che si potrebbe trarre dalla legge per sè stessa, senza ricorrere specialmente alla natura per informazione. I naturalisti più recenti si dichiarano insoddisfatti di questo metodo di studio, e sostengono che se si può fare qualche progresso, questo verrà piuttosto pel metodo induttivo che pel metodo deduttivo. Dobbiamo abbandonare le nostre biblioteche e volgerci alla natura per vedere ciò che attualmente avviene, lasciare la speculazione e darci alla osservazione. Ma una nuova era nella discussione evoluzionista si avanza con nuovi uomini. I naturalisti più giovani cominciano ad esplorare nuovi campi, piuttosto che spigolare in quelli già mietuti, e possiamo attenderci che l'aspetto del problema venga grandemente cambiato come risultato di questa nuova attitudine.

Gli ultimi quindici anni hanno veduta una modificazione molto profonda delle nostre idee intorno all'origine della specie, ma i fatti che hanno prodotto questo cambiamento difficilmente poterono giungere alle persone che s'interessano bensì all'evoluzionismo, ma che non possono seguirne la discussione nelle sue varie ramificazioni attraverso ai giornali scientifici. Lo scopo di questa opera è di presentare agli studiosi un'esposizione del soggetto dell'evoluzione come è oggidì, al tempo cioè in cui

i nostri più giovani naturalisti stanno abbandonando i vecchi metodi e cominciano a cercare nuovi dati in nuovi campi.

Fra i più importanti campi d'applicazione del metodo evoluzionista di studio è quello dei fenomeni mentali, che comprende lo studio dell'istinto e dell'intelligenza, insieme coll'evoluzione della civiltà. I limiti di questa opera non permettono di trattare questo importantissimo argomento, che deve perciò essere riservato ad un altro libro.

Middletown, Agosto 1899.





CAPITOLO I.

Introduzione.

È vanto della scienza l'essere guidata dai fatti e dall'evidenza e non dalla speculazione. Ma è ugualmente vero che non v'è ramo di scienza il cui progresso non sia stato largamente dominato da teorie che trascendono molto al di là dei fatti dimostrati. La scienza d'oggi è dominata dalla idea della evoluzione. Il cambiamento prodotto nei nostri metodi di pensiero dallo spirito evoluzionista può solo essere apprezzato confrontando la filosofia della prima metà del secolo decimonono.

Se tentiamo di contrapporre lo spirito del pensiero di quel tempo con quello moderno, possiamo dire che mentre pel passato la natura fu studiata *in riposo*, oggi la si studia *in moto*. Mentre allora veniva studiata come qualche cosa che era stata creata e che solo necessitava di analisi, oggi viene studiata come qualche cosa che continuamente si crea e continuamente produce nuove condizioni. L'attenzione si rivolse dalla questione di ciò che esiste alla questione del come venne ad esistere. La ricerca della verità ha cessato di dare la caccia ai fatti, ed oggi cerca le leggi. Noi non

ci accontentiamo più di scoprire una farfalla, darle un nome e porla in un Museo come esemplare zoologico, ma dobbiamo chiederci come questa farfalla ha acquistato i suoi vivi colori. Noi non ci accontentiamo più di analizzare le facoltà della mente, ma ci chiediamo come il cervello venne ad avere queste facoltà, e quale fu la storia del loro sviluppo. Abbiamo cessato di tenerci paghi dello studio delle cose in riposo, ma dobbiamo studiarle in moto e come parte di un flutto incessante di creazione.

Le idee che si comprendono nel termine generico *Evoluzione* non originarono con Darwin e neppure col suo secolo. D'altra parte, mentre qualche nozione generale di un evolucionismo si può ritrovare già nei Greci, non si deve credere che questi filosofi antichi avessero una qualsiasi idea simile a quelle dell'evoluzionismo moderno. Il loro pensiero era pieno di misticismo. Essi poco conoscevano la natura, e questa era un complesso di problemi indecifrabili. L'uomo primitivo aveva coscienza diretta di una volizione personale, e apprese a spiegare i fenomeni misteriosi della natura come l'azione diretta di alcuni esseri soprannaturali, e credè un mondo invisibile per spiegare ciò che vedeva. Un fenomeno a lui inintelligibile veniva tosto avvolto nel misticismo. Ma l'essenza vera dell'evoluzione moderna è la spiegazione di tutti i fenomeni naturali con leggi naturali, e in questo pensiero non v'è posto pel misticismo, eccettuato invero il misticismo della legge naturale stessa.

Èra moderna del Pensiero.

Il principio della nostra èra moderna di pensiero che condusse a una dottrina dell'evoluzione definitamente formulata, fu quando i filosofi intrapresero di sosti-

tuire la forza naturale al misticismo. Certo è appena possibile stabilire con qualche precisione quando cominciò questa nuova era. Uno dei primi grandi passi fu l'enunciazione della legge della gravitazione. Era ovvio che il regno della legge si percepisse prima in quella parte della natura dove i fatti sono più semplici; e i fenomeni astronomici, nella loro complessità, sono ancora semplici in confronto coi fenomeni che avvengono sulla superficie del globo. Quelli possono essere formulati matematicamente; questi sfidano i matematici. Newton riuscì a mostrare che i moti dei corpi celesti sono regolati dalla semplice legge della gravitazione, e che non vi è in essi maggior mistero di quanto non ve ne sia nel cadere di una pietra al suolo.

Presto si sviluppò in altri campi della natura la stessa linea generale di pensiero. Si studiarono i problemi fisici e chimici, e lentamente i vari fenomeni incomprensibili dell'universo fisico furono ridotti ad un ordine e compresi nel dominio della legge. Il misticismo del fuoco e del fulmine cedette il posto alle leggi dell'ossidazione e dell'elettricità. Benchè di solito non consideriamo che queste scienze facciano parte della dottrina della evoluzione, in realtà ne sono parti integrali poichè rappresentano la sostituzione generale delle forze naturali alle soprannaturali. E quando infine queste scienze assorsero e s'accentrarono nel principio della conservazione dell'energia, furono create le fondamenta su cui la nuova filosofia dell'origine della Natura poté costruire.

Nuovo passo nel progresso fu l'applicazione delle leggi della natura fisica da poco scoperte all'interpretazione delle condizioni della superficie terrestre. Studiate le rocce divenne chiaro che la terra ebbe una storia, e l'interpretazione di questa richiese speciale

attenzione. L'azione delle forze della chimica e della fisica diede la chiave del problema. Tosto apparve che la spiegazione delle condizioni presenti della superficie terrestre va cercata nell'azione costante, per tutte le età passate, delle forze oggi agenti. Per spiegare le montagne e le valli, le rocce e le sabbie, e i vulcani e i fossili, non sono necessarie forze nuove. Il mondo non fu creato nella sua forma attuale, ma lentamente ha raggiunto le sue condizioni presenti, e le forze efficienti che hanno prodotto queste modificazioni sono quelle stesse investigate negli ultimi due secoli. Si presentava quindi al filosofo il nuovo problema di tracciare questa storia del mondo e di trovare fino a qual punto le forze ora agenti bastassero a spiegare la crosta terrestre. Questo fu il compito del geologo, e dalla quarta decade del secolo decimonono il tentativo di spiegare il mondo attuale come un risultato di forze note agenti sul mondo di ieri fu il fondamento della geologia. Più e più chiaramente col progredire del secolo, apparve che i fenomeni geologici furono regolati da leggi, e che, cominciando da una sfera incandescente, che l'astronomia ha dato alla scienza come punto di partenza, il globo attuale colla sua diversità di superficie risultò delle stesse forze di calore, di contrazione e di erosione che vediamo in giuoco oggi. L'evoluzione astronomica parte dalla nebulosa e produce il sistema solare. L'evoluzione geologica parte da un frammento di questo sistema e produce il mondo; e l'essenza di tutto è che il tutto fu risultato di forze inerenti; con che s'intende semplicemente ciò che chiamiamo forze naturali e non soprannaturali.

L'applicazione della legge diviene più difficile quanto più i fenomeni da spiegare divengono complessi. E vi è un regno della natura molto più complesso di quello

trattato dalla geologia. I fenomeni connessi alla vita presentano una serie senza fine di nuovi problemi. La vita è attiva, le rocce sono inerti. Gli esseri viventi sembrano guidati da forze interne, le montagne sono formate da forze esterne agenti sulle rocce. I viventi sono meravigliosamente adattati alle condizioni: mentre adattamento di parti a parti per uno scopo definito non v'è nella natura senza vita. La legge e la forza sono cieche e possono spiegare la serie casuale dei monti e delle valli, ma come possono spiegare un meccanismo delicatamente combinato come l'occhio? Nella nostra esperienza l'intelligenza è sempre necessaria per produrre un meccanismo.

Evoluzione organica.

Ma era inevitabile che questo progresso del pensiero dovesse assoggettare anche i fenomeni della vita al regno della legge. La scienza si trovò dinnanzi al compito di spiegare la natura. Ricondata la natura inanimata alla legge, si rese più urgente la necessità di risolvere il problema della natura animata. Poichè se anche i geologi avessero avuto pieno successo, la ricerca dei secreti della natura sarebbe stata di poco momento se i fenomeni della vita rimanevano inesplicati. Il problema dell'origine degli animali e delle piante divenne quindi lo scopo finale della ricerca. Se si potesse dimostrare che i fenomeni della vita si compiono in accordo colle forze note, l'intero universo diverrebbe chiaro e luminoso sotto il regno della legge. Ma se i viventi sfuggivano ad una tale spiegazione, se persistevano a rimanere *fiat* creativi isolati, tutta la costruzione dell'evoluzione eretta sopra l'idea della

legge sarebbe crollata. Perciò il problema dell'evoluzione organica divenne il grande problema. Risolta tale questione è risolta tutta la dottrina di così vasta portata dell'evoluzione. Negate l'evoluzione dei viventi e del regno della legge, non rimarranno che frammenti senza significato. Ammettete che gli animali e le piante sono venuti ad esistere quali risultati di leggi naturali, e tutta la vasta dottrina dell'evoluzione ne seguirà.

Se tale però è la relazione logica fra l'evoluzione *organica* e la evoluzione *filosofica*, non fu però uguale la loro relazione cronologica. Il concetto di evoluzione filosofica come esiste oggi è uscito dalla credenza nell'evoluzione della vita, piuttosto che questa da quello. Per lungo tempo il termine *evoluzione* fu per la maggior parte delle persone sinonimo dell'idea di "evoluzione organica", trascurando l'aspetto più largo del problema. Il termine *evoluzione* ha certamente un senso molto più esteso che non il semplice problema dell'origine degli animali e delle piante. Al tempo stesso è così evidente che l'evoluzione organica è la chiave di volta dell'arco evoluzionista, senza la quale esso cadrebbe in pezzi, che tutta la discussione si accentrò per anni intorno al problema dell'evoluzione organica.

Negli ultimi quarant'anni del secolo decimonono le ricerche biologiche s'applicarono al problema se il regno della legge si applichi alle origini delle differenti specie di animali e di piante e al tentare di trovare se le forze naturali bastino a spiegare la natura animata e inanimata. Non si può certo sostenere che la questione sia completamente risolta. Alcuni problemi sono risolti con certezza. Abbastanza luce converge oramai sull'argomento per convincere gli scienziati che il risultato finale proverà che la natura vivente è realmente governata dalla legge e che la formazione di un animale è esattamente materia di legge naturale come la forma-

zione di una montagna. Ma finora siamo ancora assai lontani da una completa soluzione. Nonostante tutte le investigazioni l'essenza e l'origine della vita ci sfugge ancora. Lo scienziato non può andare oltre al punto a cui l'evidenza lo conduce e non deve abbandonarsi a troppe speculazioni filosofiche. Gli studi biologici possono aver dimostrato praticamente l'evoluzione delle specie, ma sono lungi dall'aver dimostrato l'evoluzione filosofica. Se l'evoluzione organica fosse stata provata falsa il concetto più largo d'evoluzione sarebbe caduto; ma anche ammettendo l'evoluzione organica come un fatto, vi sono ancora parecchi problemi da risolvere prima che il concetto generale dell'evoluzione possa essere considerato come fermamente fondato.

La questione di fatto.

La questione se l'evoluzione organica sia un fatto fu per quarant'anni davanti alla scienza e venne studiata da vari punti di partenza. Certo una delle prime questioni che si presentavano era se il mondo vivente avesse avuto una storia continua. Se l'evoluzione è un fatto ne deve seguire che le specie di oggi sono prodotte dalle specie di ieri come risultato di forze agenti su di esse. Se tale è il caso allora la storia delle specie deve essere stata così continua come quella delle razze umane. Se per contro le specie d'animali e di piante sono apparse per *fiat* creativi isolati, non possiamo attenderci una storia continua, o meglio non vi sarebbe storia degli animali e delle piante, ma solo storie separate di singole specie.

È appena necessario di dire che il risultato dei quarant'anni di studio fu di convincere la scienza che la

teoria della discendenza delle specie presenti da quelle del passato e di queste da forme ancora più antiche, rappresenta la vera storia della natura. Benchè la scienza finora non fornisca ancora alcun indizio del come si iniziò il processo, ha mostrato a sua soddisfazione, che, una volta iniziata, la storia dei viventi si mantenne continua, mutandosi un tipo in un altro, fino a che si venne alle così dette manifestazioni attuali della vita, tutte derivate senza salti dalle specie del passato. Se la storia fosse diversa, sarebbe tentativo disperato quello di rispondere alla questione più complessa del come le varie specie ebbero origine. Ma quando noi troviamo che la continuità di discendenza fu la storia della vita, possiamo avere grandi speranze di apprendere il *metodo* della discendenza. In altri termini, avendo appreso che il cavallo come la montagna fu prodotto per lenta crescita, possiamo credere che riusciremo a sapere *come* le forze naturali produssero il cavallo, allo stesso modo che abbiamo saputo *come* queste forze hanno prodotto la montagna.

Ma dobbiamo notare che vi sono due questioni differenti che si connettono al problema dell'evoluzione. Vi è prima la questione di *fatto*, poi quella di *metodo*. Limitando la nostra attenzione, come faremo, interamente all'evoluzione organica, si affaccia prima la questione se la storia delle specie sia stata evolutiva. Se concludiamo che le specie attuali discendono da specie precedenti, allora ci rimane la seconda questione del *metodo dell'evoluzione*, e dobbiamo apprendere quali leggi e forze siano state implicate nell'origine delle specie. Finchè non abbiamo risolta questa seconda questione, non possiamo sentirci di comprendere la natura, per quanto bene e positivamente rispondiamo alla prima.

La distinzione fra queste due questioni non fu sempre

afferrata bene. Non pochi di coloro che disputarono sopra alcuni dei proposti metodi di evoluzione hanno creduto di argomentare contro il fatto. Parecchi, solo parzialmente famigliari colla scienza, credono che, per essere gli scienziati ancora in discussione sopra alcune delle varie teorie evoluzionistiche, l'evoluzione per se stessa sia ancora discussa, e non debba accettarsi finchè la scienza si sia fissata sopra le sue teorie. Come vedremo, la scienza è lungi dall'essere fissata sopra molte fasi del pensiero evoluzionista, ma queste materie di discordia riguardano più il metodo che il fatto. La disputa degli scienziati sul metodo non ci deve fare obliare che essi sono d'accordo sul fatto. Qualunque sia il loro disaccordo sulle teorie, gli scienziati d'oggi sono unanimemente convinti che la teoria della discendenza è la storia del mondo vivente. Tutta la moderna scienza biologica è basata su questa conclusione, e sarebbe forse impossibile trovare fra i moderni scienziati qualcuno che s'avventurasse a sostenere un'altra opinione. Noi dobbiamo accettare questa conclusione come certa per gli scienziati del nostro tempo. In nessun luogo troviamo ora la velleità di discutere la verità di questa legge, non più di quanto si trovi chi voglia discutere la verità della legge di gravitazione. Tali discussioni si son fatte più rare che alcuni anni or sono, semplicemente perchè la scienza considera l'evoluzione come cosa non più discutibile e l'accetta come una conclusione dimostrata. Non è necessario riportare qui le prove e l'evidenza che hanno portato a questa conclusione. L'evidenza scaturì da tutti i rami della biologia e della geologia e portò alla credenza universale fra i biologi e i geologi che le nostre specie attuali di animali e di piante provengono per discendenza da altre più antiche.

Ma l'accettazione di questa conclusione è ben lungi

dal risolvere le questioni dell'evoluzione organica. Scopo dello scienziato deve essere *spiegare* e non semplicemente *osservare*. Egli cerca di voltare il *perchè* in *come*, benchè finora sia frequentemente incapace. Accettata la teoria della discendenza, abbiamo la storia solo come una conseguenza — avendo accettata l'origine delle specie per un processo di riproduzione e di discendenza, ma non avendo raggiunta alcuna conoscenza delle forze che hanno causato questa discendenza. Abbiamo il fatto, ma non il metodo. I due problemi del fatto e del metodo sono stati considerati insieme nelle discussioni degli ultimi quarant'anni, poichè è evidente che non possono essere separati. Il contributo portato da Darwin, che inaugurò l'evoluzionismo moderno, fu invero contributo di metodo. Nella discussione che ne seguì i due problemi divennero più e più distinti. La questione di fatto fu resa più e più chiara mentre sempre più confusa diveniva quella di metodo. Mentre sulla questione di fatto vi è praticamente unanimità, non è forse inesatto dire che sulla questione di metodo vi è oggi maggiore incertezza di opinione e maggior confusione che in qualunque altro tempo precedente. Ma ciò non è già perchè noi conosciamo meno dell'argomento, ma perchè invece ne sappiamo di più. È perchè il problema si palesò non così semplice come dapprima appariva ma avere invece molti fattori inaspettati.

È perfettamente chiaro che la questione realmente significante è piuttosto quella di metodo che quella di fatto. I fatti intorno al moto dei corpi celesti divennero significativi solo quando si scopersero le leggi che li governano. La storia degli strati della terra acquistò significato solo quando conoscemmo le leggi e le forze che ne guidarono la storia. Così per l'origine delle specie. I fatti acquistano un significato solo

quando conosciamo le leggi che li hanno prodotti. Scopo della ricerca scientifica negli ultimi secoli fu di trovare una spiegazione naturale dei fenomeni naturali. Il fatto per sè dell'origine delle specie per discendenza ha un interesse relativamente piccolo se non possiamo dimostrare che le forze che hanno prodotta questa discendenza sono quelle stesse forze naturali che continuamente agiscono intorno a noi. Quindi la questione di metodo è quella realmente significativa. Possiamo quindi ora rivolgerci al nostro soggetto immediato del metodo dell'evoluzione, e sarà nostro assunto nelle pagine seguenti considerare ciò che sappiamo, e alcune cose che non sappiamo, al riguardo delle leggi e delle forze che hanno prodotto l'evoluzione della specie.

• • • • •



CAPITOLO II.

La questione di metodo.

La soluzione proposta da Darwin.

La ricerca delle cause dei fenomeni della vita è certamente il più difficile di tutti i problemi. È dubbio anzi se mai sarà risolto, ma è in ogni modo il problema che i nostri biologi si studiano di risolvere.

Forse un esempio chiarirà meglio il nostro scopo. Una camera fotografica è un meccanismo adattato ad un certo scopo. Nella sua costruzione si tenne conto delle leggi dell'ottica come di quelle della meccanica e della chimica. Questa macchina fu designata ad uno scopo definito, e così designata adempie pienamente al suo scopo. Ma la macchina fotografica non apparve spontaneamente, e non vi sono in natura forze a noi note, fuori dell'intelligenza umana, che possano aver prodotta la macchina fotografica. Sotto l'influenza di un disegno intelligente le forze di natura furono impiegate a costruire la camera. Ma non sono le forze della chimica nè le leggi dell'ottica che spieghino l'esistenza della macchina. La sua esistenza è spiegata dall'intelligenza dell'uomo.

Ora nell'occhio del vertebrato abbiamo un meccanismo molto simile sebbene molto più complicato. Anche l'occhio è costruito secondo le leggi della meccanica e dell'ottica, ed è un meccanismo adattato ad uno scopo. Per adempiere a questo scopo esso ha parti adattate a parti, tutte agenti insieme armonicamente ad un fine. Ora l'evidenza ci dice che quest'occhio è derivato per discendenza da occhi più semplici, e che la sua fu storia di cresciuta e di sviluppo fino alle condizioni presenti. Ma certamente ciò non spiega l'esistenza dell'occhio. Noi non conosciamo forse nel dominio della fisica e della chimica che siano capaci di adattare parti a parti per produrre un meccanismo, eppure l'occhio è un meccanismo. Le forze naturali sono cieche e non fabbricano macchine. Possiamo comprendere la loro azione nel fare le montagne, poichè queste non sono fatte di parti adattate ad uno scopo definito.

L'unica nozione di fabbricazione di macchine che noi abbiamo è quella dell'intelligenza umana. Se perciò dobbiamo trovare il metodo dell'origine delle specie, e quindi spiegare l'evoluzione organica, dobbiamo trovare una forza o delle forze che tengano il luogo tenuto dalla intelligenza umana nella costruzione della camera fotografica. Le leggi dell'ottica e della fisica non spiegano maggiormente l'origine dell'occhio di quanto non spieghino l'origine della camera oscura. L'intelligenza spiega l'adattamento delle parti in una macchina. Che cosa spiega gli stessi fenomeni nell'altra? Ogni animale, ogni pianta è una macchina complicata, delicatamente adattata ad agire in armonia. L'intelligenza tratta le forze naturali per formare una macchina a vapore. Che cosa dirige le stesse forze per costruire quella macchina naturale che noi chiamiamo organismo?

La risposta di Lamarck.

Vi sono due differenze, che sono le più ovvie, fra la macchina naturale, l'organismo, e la macchina artificiale, la camera fotografica. L'organismo è 1) soggetto a grandi cambiamenti per l'influenza dell'ambiente e 2) si riproduce. Questi due fattori devono fornire i nostri dati. Al principio del secolo decimonono Lamarck se ne servì per spiegare l'origine delle specie. Questo scienziato si fondò specialmente sul primo fattore, la modificazione per opera delle condizioni. Come naturalmente ci possiamo aspettare di una teoria nata in un'epoca così precoce, le idee di Lamarck furono più o meno mistiche: esse ammettevano una legge che gli animali dovessero più o meno crescere in dimensione, e contenevano inoltre un concetto alquanto mistico che gli animali potessero sviluppare degli organi come risultato dello sforzo loro proprio. Ma la caratteristica principale della teoria di Lamarck era che coll'uso gli animali potessero rinforzare una parte del loro corpo e accrescerne le dimensioni, e per contrario che la parte non usata diminuiva di dimensione e di efficacia. Questo accrescimento, quale effetto dell'uso e del disuso, si osserva in fenomeni a tutti famigliari. Lamarck ammetteva semplicemente che questi effetti si trasmettessero per eredità alle generazioni seguenti, e quindi l'uso e il non uso divennero i grandi fattori nell'evoluzione degli organi. La teoria di Lamarck è per molti rispetti non soddisfacente ed incompleta. Essa non dà alcuna spiegazione dello sviluppo delle piante ove non entrano in giuoco nè l'uso nè il non uso. Non fece grande impressione nella scienza, e fu lasciata presto cadere. Fu risuscitata più tardi, e ne parleremo a suo tempo.

La risposta di Darwin.

Un tentativo più comprensivo di risposta alla questione fu fatto da Carlo Darwin. La sua risposta si fonda specialmente sul secondo dei fattori menzionati, la riproduzione. Dopo un'investigazione lunga e diligente, egli formulò le sue idee nella teoria oggi così nota della Selezione Naturale. Questa teoria è divenuta oggi quasi una parte della cultura comune. Ma poichè tutta la discussione posteriore sul metodo della evoluzione è basata su essa, è necessario presentare chiaramente la teoria fin dal principio, anche, se l'argomento sarà familiare alla maggior parte dei lettori. Sarà bene esporre la questione con un esempio.

Imaginemoci che in una certa località vi siano due specie di farfalle che abbiano presso a poco le stesse dimensioni, e che l'una sia gradita al gusto degli uccelli, l'altra invece sgradita. Noi supporremo che entrambe siano vivacemente colorite; per esempio, la specie gradita sia gialla, l'altra aranciata. Imaginiamo ora che la specie sgradita abbia un metodo particolare di volo, in linea curva invece che diretta. Un uccello che cerca il suo cibo si ferma sopra un ramo e sorveglia le farfalle che volano per uno spazio aperto vicino. Quando vede una farfalla che vola irregolarmente, non ne fa caso, perchè ha imparato per esperienza che queste farfalle non sono un cibo piacevole. Ora la specie gradita, come tutte le altre, subisce costantemente delle variazioni in molte direzioni. Con ciò intendiamo semplicemente che gli individui non sono tutti uguali, ma presentano ogni genere di differenze. Per esempio, imagineremo che alcuni degli individui vengano a differire da quelli normali per il metodo di

volo. Se fra questi ve ne sono alcuni che hanno un metodo di volo alquanto irregolare, e un poco simile a quello della specie sgradevole, è evidente che l'uccello non li toccherà. Gli individui protetti da questa variazione nel volo giungeranno a maturità e procreeranno dei discendenti, mentre quelli privi di questa variazione saranno divorati dagli uccelli. Ora, se i discendenti ereditano i caratteri dei genitori, ne segue che la generazione seguente presenterà un maggior numero di individui provvisti di questa nuova variazione. L'uccello mangerà le farfalle che volano diritto, lasciando quelle altre, e, manifestamente, dopo poche generazioni gli individui col vecchio metodo di volo scompariranno, sostituiti dal nuovo tipo.

Ma ora l'uccello trova che il suo cibo diviene scarso, e dal suo posto sull'albero non vede più che delle farfalle con volo irregolare. Ciò lo forza a cacciare più diligentemente, e finalmente scopre, forse per caso, che alcune delle farfalle dal volo irregolare sono gialle e le altre ranciate, e che le gialle sono piacevoli al gusto. Da questa scoperta imparerà a tener conto del colore come del volo, e quindi il volo irregolare non sarà più una protezione. Ma negli animali avvengono variazioni nel colore come variazioni nel metodo di volo. Noi supporremo che fra gli individui gustosi alcuni abbiano un poco di rosso mescolato al pigmento giallo, e quindi una tinta aranciata. Evidentemente questi saranno protetti, e quelli gialli cadranno preda dell'appetito dell'uccello. Questa selezione accrescerà quindi gradualmente il numero degli individui aranciati, l'uccello sentirà nuovamente diventare scarso il suo cibo, e sarà forzato a cacciare più accanitamente.

Forse scoprirà allora che la specie sgradevole ha alcune macchie scure sulle ali mentre l'altra specie ne è priva. La sua scelta sarà guidata da questo nuovo

fatto. Ma le variazioni continuano in ogni tempo e in tutte le direzioni. Fra le centinaia di migliaia di individui della specie commestibile alcuni certamente varieranno in modo da presentare delle macchie scure. Se tale variazione avviene, questi individui saranno trascurati dall'uccello, mentre gli altri saranno mangiati, finchè gli individui macchiati avranno preso il posto di quelli a colore unito. E così continua il processo. Per la selezione in ogni generazione degli individui più atti a sfuggire all'attenzione dell'uccello, o meglio per la morte degli individui meno adatti, si produrranno, l'una dopo l'altra, delle modificazioni. La farfalla mangiabile diventerà più e più simile a quella sgradevole, fino a richiedere la massima attenzione per parte dell'uccello per distinguerle l'una dall'altra.

Benchè questo esempio sia molto immaginario, perchè nessuno ha visto nel fatto la produzione di questi caratteri, è ben noto che tali esempi di mimismo si osservano nelle farfalle, e certamente pare che la spiegazione data dia ragione della loro origine, senza che si debba ricorrere ad un disegno intelligente. Naturalmente lo sviluppo di questo mimismo non avverrà se le debite variazioni non si verificano al debito momento. E potrà sembrare un caso fortunato e raro che quelle farfalle siano divenute aranciate proprio al tempo giusto. Perchè dovrebbero divenire aranciate e non piuttosto rosse o verdi? La risposta è che le variazioni di colore d'ogni genere avvengono costantemente. Di solito queste variazioni non significano nulla per la specie perchè non forniscono protezione. Sono come le onde del mare che vanno e vengono sempre senza lasciar traccia. Le variazioni aranciate, presentandosi quando si presentarono, conservarono quegli individui che furono abbastanza fortunati per possederle, poichè fornirono loro quella protezione che mancava agli individui gialli.

Questo esempio servirà ad illustrare le forze di natura che Darwin combinò nella teoria della selezione naturale. Questa teoria è una catena di cinque anelli, ciascuno dei quali ha importanza fondamentale per la teoria stessa. Inoltre questi cinque anelli sono, non solo fondamentali per la teoria della selezione naturale, ma, come vedremo, stanno alla base di ogni tentativo per determinare il metodo della evoluzione, sia secondo le vedute di Darwin, sia secondo quelle degli scienziati che tentarono posteriormente di sciogliere il problema.

1. *Prodigalità della Natura.* — La riproduzione è un fenomeno universale dei viventi, ed è manifestamente la base dell'evoluzione organica, poichè è il principale punto di differenza fra la macchina naturale e la macchina artificiale. Fattore importante della riproduzione è che essa appare molto più rapida di quanto non sia necessario. Tutti gli animali e le piante sembrano moltiplicarsi molto più rapidamente di quanto bisogni per la conservazione della specie. Dove vi è appena alimento per un solo individuo se ne producono forse delle centinaia. I batterii si moltiplicano così rapidamente che una settimana sola sarebbe sufficiente per riempire il mondo intero dei discendenti di un solo individuo, se potessero moltiplicarsi senza ostacolo. Un uccello che produca due figli all'anno, avrebbe in venti anni un milione di discendenti; e anche l'elefante, lento alla riproduzione, avrebbe nel corso di settecento e cinquanta anni tredici milioni di discendenti: moltiplicazione assolutamente incompatibile colle possibilità di esistenza. Le nascite sono di molto superiori al numero degli individui che raggiungono la maturità. Ne segue quindi che la grande maggioranza dovrà morire senza potersi riprodurre. E ciò conduce al secondo anello della catena.

2. *Lotta per l'esistenza.* — Dal momento stesso della nascita, anzi dal momento che l'uovo è prodotto dalla madre, questa numerosa progenie è in continua competizione recíproca. Dal principio della vita la progenie comincia ad essere decimata. I fattori in questa competizione per la vita sono quasi infiniti. In certi casi l'uovo non è fecondato. In certi altri l'uovo vien mangiato, o sono mangiate le giovani larve inermi. Durante il periodo della cresciuta dall'uovo all'adulto, questo estermínio continua. I giovani trovano troppo caldo, o troppo secco, o troppo umido; non riescono a procurarsi il nutrimento; sono attaccati da parassiti o da animali più grossi. Un giorno dopo l'altro la distruzione continua, e quando viene il tempo della maturità rimangono ben pochi della progenie originale. Ma anche colla maturità non cessa la competizione. Gli adulti hanno uguali problemi. Essi hanno dei combattimenti l'uno contro l'altro, talora combattimenti attivi, ma più spesso puramente passivi per la ricerca del cibo. Hanno numerosi nemici da evitare, e l'individuo che può uscire incolume da tutti i pericoli della sua prima vita e assicurarsi la riproduzione, è una vera eccezione.

Questa è la *lotta per l'esistenza*, termine che talora è mal compreso, quando si crede che indichi una lotta attiva di individuo con individuo. Esso invece indica semplicemente lo sforzo di ogni individuo per procurarsi il nutrimento e la possibilità di vivere. Due semi che cadono sopra un poco di terriccio ove vi è appena posto per una sola pianta combattono una lotta per l'esistenza uguale a quella di due tigri che lottano per un cadavere. Ogni seme manda le sue radici nel terreno, e ciascuno tenta di acquistarsi un posto in precedenza all'altro. È una lotta puramente inconscia, ma una vera lotta per l'esistenza quale può osservarsi

nei più feroci animali che lottano l'uno contro l'altro fino alla morte. E invero, la lotta per l'esistenza nella natura organica ha di solito questo carattere puramente passivo.

3. *Variazione.* — Anche uno studio superficiale degli animali e delle piante rivela che tutti gli individui non sono uguali. I figli degli stessi genitori differiscono fra loro, e quando si paragonano i figli di genitori differenti della stessa specie, si trova che le differenze sono universali. È forse impossibile trovare due individui di una specie di animali o di piante che siano esattamente uguali. Perchè vi siano queste differenze fra individui della stessa specie, è una questione da sollevarsi più tardi. Per ora ci basta ammettere che le variazioni sono universali.

4. *Sopravvivenza del più adatto.* — La questione di stabilire quale fra i numerosi individui in competizione sopravviverà è vitale per la specie. Se gli individui fossero tutti uguali sarebbe semplicemente questione di caso e di fortuna il giungere di alcuni a maturità. In qualunque circostanza bisogna riconoscere che la sopravvivenza sarà largamente conseguenza del caso. Ma l'esistenza delle variazioni in ogni senso toglie questa dipendenza dal puro caso e determina una legge di sopravvivenza. Se fra le centinaia di individui ve ne sono alcuni meno adattati di altri alle condizioni, questi nella lotta cederanno e moriranno senza procreare. Se, d'altra parte, vi sono altri individui possessori di variazioni che li rendono meglio adatti alle loro condizioni d'ambiente, questi sopravviveranno nella lotta e avranno discendenti. Questa è la *sopravvivenza del più adatto* o *selezione naturale* in un senso più ristretto.

Per comprendere questo anello della catena di Darwin bisogna prima comprendere bene ciò che s'intende per più atto. Vuol dire semplicemente l'individuo meglio



adattato alle sue condizioni di vita. Ciò non vuol sempre dire il più forte, perchè spesso gli individui forti devono battersi con un nemico, mentre i più deboli prendono l'opportunità di consumare il cibo. Non significa sempre il più grosso, perchè gli individui più piccoli richiedono minor nutrimento, e possono sopravvivere ad un periodo di carestia che distruggerebbe invece gli individui più grossi che richiedono un nutrimento maggiore. Neppure vuol dire il più altamente sviluppato, perchè la perdita di alcuni organi può essere vantaggiosa ad un individuo, come, per es., quando diviene parassita. Può significare il più grosso o il più piccolo, l'animale colle unghie più lunghe o colle unghie più corte, la pianta colle foglie più grosse o colle foglie più piccole. Può significare il più astuto od il più stupido degli animali. In ogni modo significa sempre l'animale che è meglio adattato alle condizioni in cui vive. L'acquisto di una nuova abitudine, l'adottare una nuova pianta alimentare, un cambiamento di colore, tutte queste cose sono fattori che determinano quali di molti individui che contendono per il nutrimento, riusciranno a procurarselo, e saranno quindi i vincitori nella lotta per l'esistenza. Il "più adatto", cambierà costantemente col cambiare delle condizioni, e chi è meglio adatto oggi può non esserlo più domani per nuove circostanze.

5. *Eredità.* È un fatto ben riconosciuto che i figli ereditano i caratteri dei genitori. Questo principio generale può essere affermato senza paura di cadere in contraddizione, pur riservando a più tardi una più intima analisi dell'argomento. Ne segue quindi che i figli di individui che hanno sopravvissuto alla lotta avranno una tendenza ad ereditare i caratteri dei loro genitori. Questi genitori, tuttavia, hanno sopravvissuto perchè erano per certi rispetti meglio adatti dei loro



competitori alle condizioni della vita. Pel fatto dell'eredità consegue che gli individui della generazione seguente, poichè discendono da genitori dotati di qualche speciale vantaggio, avranno una tendenza ad ereditare le variazioni favorevoli dei loro genitori. In questa generazione quindi vi saranno molti individui possedenti lo stesso vantaggio che possedevano i sopravvissuti della generazione precedente. Questi nuovi individui saranno meglio adatti all'esistenza che la media degli individui della generazione precedente. Risulta perciò che in poche generazioni si osserverà la scomparsa degli individui privi di quella variazione, e la sopravvivenza di quelli soli che la possiedono. Quindi una particolarità che apparve dapprima come variazione accidentale, sarà col tempo posseduta da *tutti* i sopravvissuti. Dopo che tutti gli individui della razza hanno acquistata questa particolarità è evidente che non avrà più valore speciale per nessuno di essi, quindi il sopravvissuto nella lotta dovrà allora essere determinato da qualche altro carattere. Ma poichè costantemente appaiono delle variazioni, alcune altre variazioni apparendo in alcuni individui daranno a questi del vantaggio. Alcuni individui potranno presentare la particolarità originale meglio sviluppata, o forse un'altra interamente nuova. Questa nuova variazione avrà la sua influenza, e col tempo potrà eliminare gli animali in cui essa è meno favorevolmente sviluppata. E così il processo si ripeterà continuamente, ogni generazione aggiungendo qualche cosa alla somma totale, e la razza si modificherà lentamente. La selezione naturale è quindi una forza che sorveglia sempre ogni variazione che possa essere utile. Se le variazioni non avvengono, la selezione è impotente; ma poichè le variazioni sono costanti, avverrà che col l'apparire di una variazione favorevole, questa sarà "afferrata dalla selezione naturale", e "fissata", nella razza.

Origine di un occhio come illustrazione della Selezione Naturale.

La selezione naturale può spiegare l'origine di un meccanismo solo quando si possa dimostrare che questo si produsse per stadi successivi. Se un organo complicato apparisse d'un tratto in un solo stadio, la selezione naturale non potrebbe spiegarlo affatto. La selezione naturale mostra come piccoli progressi si raggiungano gli uni agli altri finchè ne risulta un organo complicato. Se si potrà dimostrare che i meccanismi si produssero lentamente per molti stadi distinti, ciascuno dei quali aveva il suo uso diretto, il problema dell'origine degli organi cadrà entro l'ambito di questa legge. L'occhio del vertebrato, ad esempio, è una meravigliosa combinazione di parti e non si potrebbe mai spiegarlo colla selezione naturale se fosse apparso fin dall'origine come una serie adattata di parti. Se così fosse stato, la selezione naturale avrebbe *conservato*, non *prodotto* l'occhio. L'occhio è tuttavia uno dei migliori esempi della selezione naturale, poichè è uno dei meccanismi più complicati. Se è possibile spiegare quest'organo senza ammettere un disegno intelligente, ma solo valendoci di forze cieche, ci parrà possibile di spiegare quasi ogni cosa.

Ora ecco che Natura ha lasciato cotante traccie del metodo che essa ha adottato per costruire l'occhio che noi possiamo seguirne la storia quasi passo a passo. Il processo però non fu studiato nei vertebrati, ma fra i molluschi ove si produsse un occhio molto simile. Gli studi degli ultimi quindici anni ci hanno rappresentato gli stadi della formazione di un occhio,

e non come stadi ipotetici e possibili, perchè furono trovati animali che possiedono occhi corrispondenti ai vari stadi dello sviluppo. La storia è presso a poco la seguente:

Il primo stadio fu dato dall'apparizione di piccole macchie pigmentali nelle cellule formanti la superficie del corpo (fig. 1). È cosa così comune che il pigmento appaia nelle cellule superficiali, che non è necessario alcun commento. Queste cellule pigmentali erano però in rapporto con nervi, come le altre cellule del corpo, e quando molte di queste cellule pigmentali capitano a trovarsi vicine formano il primo gradino nella costruzione dell'occhio. Questo pigmento assorbe la luce più che le cellule vicine non pigmentate, e ciò produrrà un effetto sopra le terminazioni dei nervi che si trovano fra queste cellule. Tale gruppo di cellule sarà quindi influenzato diversamente dalla luce e dalla oscurità, e perciò gli animali che lo possiedono sapranno distinguere fra luce e tenebre. Certo tale potere sarà utile a chi lo possiede, e quindi sarà conservato e fissato dalla selezione naturale, cioè, quegli animali che possiedono queste macchie pigmentali sostituiranno col tempo quelli che ne mancano, essendo questo vantaggio sufficiente per renderli vincitori nella lotta per l'esistenza. Queste macchie oculari sono comunissime negli animali.

Ma quanto più l'occhio è efficace, tanto più valore possiede. Perchè sia più efficace, è necessario, in primo luogo, che un maggior numero di cellule pigmentate si aggruppino insieme. Infatti se molte di tali cellule sono aggruppate insieme la loro azione sarà maggiore che se sono sparse senza ordine sulla superficie del corpo. Se quindi, fra le indefinite variazioni, verranno ad apparire individui con queste cellule pigmentate sollevate sopra pieghe della pelle o affondate in fos-



FIG. 1.



FIG. 3.



FIG. 2.

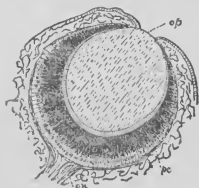


FIG. 4.

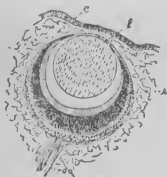


FIG. 5.



FIG. 6.

Fig. 1. Una semplice macchia pigmentale; *a* cellule epiteliali ordinarie; *pc* cellule pigmentate; *n* fibre nervose. — Fig. 2. Macchia oculare di Patella; *on* nervo ottico. — Fig. 3. Occhio a camera senza lente, colla cavità piena d'acqua (*Nautilus*). — Fig. 4. Occhio a camera con una grossa lente che ne riempie la cavità. — Fig. 5. Occhio a camera con cornea *c* che copre la lente (*Murex*). Fig. 6. Occhio completo; cornea *c* e iride *i* (*Seppia*).

sette (fig. 2), questi animali avranno una maggiore concentrazione delle cellule pigmentate, e avranno quindi un vantaggio sopra quelli in cui le cellule in questione sono sparse. E questi animali saranno ancora conservati dalla selezione naturale, e sarà così compiuto un secondo passo nella formazione dell'occhio.

Se questa fossetta si chiudesse in parte come nella fig. 3, è chiaro che si avrebbe un occhio più efficace. La cavità si riempirebbe di acqua, poichè questi animali sono tutti acquatici, e quella piccola apertura, per un ben noto principio di ottica, tenderebbe a produrre una debole immagine sulla superficie sensibile interna (fig. 3). Quest'organo sarebbe un vero occhio, benchè imperfetto, e presenterebbe vantaggi notevoli sui tipi più primitivi e perciò sarebbe conservato dalla selezione naturale. E questi occhi esistono in natura, e la figura 3 rappresenta l'occhio di un animale vivente. Un nuovo vantaggio si avrebbe quando la superficie sensitiva sotto la fossetta potesse essere protetta dagli agenti esterni. E ciò può farsi in due modi. In primo luogo una sottile pellicola può crescere sopra l'apertura chiudendola completamente. Questa pellicola invero rimane trasparente per lasciar passare la luce, e diventa una cornea (fig. 5). In secondo luogo troviamo che le cellule dell'animale secernono qualche materia trasparente semi-liquida che riempie la cavità, cosa ormai divenuta necessaria dappoichè l'acqua non entra più (fig. 4).

Il passo seguente consiste nella costituzione di un corpo solido con superfici curve per parte della materia trasparente della cavità dell'occhio (fig. 5). Questo corpo solido diviene una lente che converge i raggi di luce sulla superficie sensibile. Un tale occhio lascia entrare molto più di luce e produce una immagine più netta che il tipo a foro, e presenta quindi un

deciso vantaggio. Quegli animali che lo possiedono sopravviveranno soli alla lotta per l'esistenza, poichè una vista chiara è un vantaggio grandissimo nella lotta. Allo stesso modo è facile il comprendere che la selezione naturale conserverà quegli individui nei quali una piega opaca è cresciuta in parte sulla lente, in modo da respingere i raggi di luce troppo obliqui, che confonderebbero l'immagine. Questa cortina diviene l'iride, e con questa modificazione l'occhio complesso della Seppia è completo, mancando solo alcune modificazioni nei particolari per produrre i tipi più elevati.

L'importanza di questa illustrazione della selezione naturale sta in due fatti: 1° gli stadi accennati non sono immaginari, ma tutti trovati in animali attualmente esistenti; 2° ogni nuovo stadio ha dato al suo possessore un vantaggio deciso sopra gli individui che avevano occhi di uno stadio più basso, e quindi ogni stadio è sotto l'influenza della selezione naturale. Ogni stadio è un progresso distinto oltre il precedente, e quindi, ammettendo che vi siano state variazioni sufficienti nelle macchie pigmentali, nelle ripiegature della pelle, ecc. possiamo facilmente comprendere come la selezione naturale abbia preso il posto del disegno intelligente nel costruire le parti in una unità armoniosa.

Tale è il principio che Darwin propose per sostituire il disegno intelligente. Dati i cinque anelli di questa catena è evidente che la specie subirà continuamente dei cambiamenti. Se l'ambiente restasse costante vi sarebbe presto un equilibrio. Ma l'ambiente non resta costante, e col variare delle condizioni esterne qualche nuova variazione renderà l'animale che la possiede più adatto alla lotta. La selezione conserverà perciò gli individui che hanno questo nuovo carattere, e aggiungerà quindi questo carattere all'eredità della

stirpe. Così la specie si formerà a poco a poco, essendo il principio dell'utilità della variazione accidentale la forza-guida che determina la sopravvivenza.

Fatti che devono essere spiegati dalla selezione naturale.

Considerando il significato e l'importanza della Selezione Naturale è bene notare dal principio che vi sono tre problemi alquanto differenti da risolvere per spiegare l'origine delle specie. Questi problemi sono l'*Adattamento*, la *Divergenza* e la *Discontinuità*.

Adattamento. — Il primo problema è l'adattamento della struttura alla funzione, l'origine di quei meccanismi di cui tanto abbonda il mondo organico. Questo, più di tutte le cose, è il problema che la selezione naturale aspira a risolvere. E ciò fa mostrando come queste strutture si costrussero, grado a grado, ma ogni grado essendo già un organo completo con una funzione definita ed utile. Se un organo adattativo fosse stato di nessun uso prima di essere completamente formato, con tutte le sue parti combinate l'una coll'altra, sarebbe impossibile spiegare la sua origine colla scelta naturale di quelle minute variazioni che natura offre comunemente come dati al naturalista. Le variazioni che osserviamo sono di solito piccole, appena una leggera deviazione dal carattere dei genitori. I genitori hanno una lunghezza media di ali, e i figli avranno ali in alcuni casi un poco più lunghe, e in altri casi un poco più brevi di questa media. Tutte le variazioni si accentreranno quindi intorno ad una media rappresentata dalla generazione precedente. Ma la selezione naturale mostra precisamente come tali

variazioni possano essere l'origine di organi complicati. Per esempio nella formazione dell'occhio è certo che gli individui che hanno raggiunto lo stadio rappresentato dalla fig. 3 presenteranno delle variazioni quanto alle dimensioni dell'apertura della fossetta. Alcuni avranno un'apertura più stretta ed altri più larga della media della generazione precedente. Ma poichè l'apertura più stretta produce un'immagine più forte, gli individui coll'apertura più stretta della media saranno quelli che si conserveranno, e quindi la dimensione media dell'apertura *fra i sopravvissuti* sarà minore della dimensione media dell'apertura *fra gli individui nati*. La generazione seguente beneficherà perciò di questo utile, e così la selezione naturale, separando semplicemente le migliori di queste piccole variazioni attorno alla media, potrà produrre una modificazione di struttura sempre nel senso del miglioramento. È quindi chiaro che per rendere il principio della selezione naturale applicabile, è necessario mostrare che le strutture adattative crebbero lentamente e si produssero come risultato di una serie di gradini, ciascuno dei quali aveva il suo valore distinto. Per questa ragione appunto gli scienziati si diedero a dimostrare che gli organi complicati si svilupparono attraverso a numerosi piccoli passi.

Se noi trovassimo la prova della *improvvisa* apparizione di un organo complicato, colle sue parti già combinate ad agire in armonia, allora la selezione naturale non potrebbe fornire alcuna spiegazione adeguata. Ma non v'è alcuna evidenza di tale fenomeno; anzi l'evidenza concorre a provare che tutti gli organi sono il risultato di un lento sviluppo. Lo studio della natura ha dimostrato che gli animali non furono creati nella loro forma presente, ma passarono per una serie di stadi, ciascuno dei quali rappresentava un animale

completo. Così noi apprendiamo che ogni organo per quanto complicato esso sia presentemente, crebbe lentamente fino alla sua forma attuale per una serie di stadi, ciascuno dei quali rappresentava un organo completo con un uso definito. In alcuni casi può essere che gli organi non siano sempre stati usati per la stessa funzione nei vari stadi. I polmoni dei vertebrati terragnoli derivano probabilmente dalla vescica aerifera dei pesci. La vescica aerifera dei pesci è un organo molto più semplice del polmone, e non potrebbe essere usato per la respirazione. Ma non è difficile scoprire i vari stadi dello sviluppo del polmone dalla vescica aerea, e in ogni stadio l'organo era in uso, benchè non sempre per lo stesso scopo. Nel pesce è un apparecchio idrostatico, e finchè i pesci non uscirono dall'acqua non entrò in funzione come apparecchio respiratorio, benchè si trovino tracce di questa funzione in pesci che rimangono la maggior parte del tempo nell'acqua. E così per ogni esempio. Lo studio dell'anatomia, della paleontologia e dell'embriologia fu coronato da un meraviglioso successo nel tracciare alle loro semplici origini molti organi complicati, e quindi possiamo a buon diritto credere di essere nel vero credendo che le strutture adattative si svilupparono *sempre* gradualmente. Quindi il problema per l'evoluzionista diventa semplicemente il problema di spiegare l'origine e la conservazione di questi vari stadi.

Divergenza. — Lo studio degli animali e delle piante da qualunque punto di vista mostra che la storia dell'origine delle specie è storia di divergenza da centri comuni. I discendenti di un animale hanno preso comunemente non una linea ma due o più linee che diversero l'una dall'altra finchè ne vennero parecchie specie. Quindi la spiegazione della discendenza deve includere questa divergenza. Noi possiamo vedere fa-

cilmente come la selezione naturale modifichi i discendenti lungo qualche linea definita, ma perchè questi discendenti prendono linee divergenti? Perchè non sarebbero tutti modificati nella medesima direzione, se solo il meglio adatto sopravvivesse? Questa della divergenza è realmente una questione fondamentale, perchè le specie sorsero sempre in questo modo. Vedremo in seguito che questo problema ebbe per risultato una modificazione molto considerevole del nostro modo di comprendere il metodo d'azione della legge della selezione naturale. Qui basterà mostrare con un esempio come può sorgere tale divergenza.

Immaginiamo che ad un certo periodo della storia della terra i grandi pesci perseguitassero i pesci piccoli. I pesci piccoli tentando di fuggire si rifugiaranno nell'acqua bassa. Quando la marea si ritira, alcuni di essi con muscoli specialmente potenti riusciranno a penetrare nelle acque profonde. Altri invece incapaci di fuggire, rimarranno sulla sabbia, e vi giaceranno finchè la marea non ritorni. Alcuni di questi certamente moriranno, ma altri potranno sopravvivere, perchè potranno avere la loro vescica pneumatica capace di agire come un debole organo respiratorio, precisamente come avviene in alcuni pesci attuali. Questi pesci saranno conservati in vita da questa lieve respirazione finchè la marea ritorni.

La selezione naturale conserverà così *due* tipi, l'uno con forti muscoli, e l'altro con vescica pneumatica ben sviluppata. Ora facciamo che il processo si ripeta, ed è evidente che i discendenti dei pesci originari divergeranno l'uno dall'altro, un gruppo tenderà a diventare di potenti nuotatori, l'altro acquisterà la facoltà di usare dell'aria per la respirazione, Gli uni rimarranno pesci, gli altri saranno il punto di partenza degli animali respiranti aria. La selezione naturale avrà quindi

conservato due tipi di "più adatti", e ne risulta la divergenza. In questo esempio, come vedremo in seguito, entra pure il nuovo principio dell'*isolamento*, ma qui sarà sufficiente come esempio del fatto che la selezione naturale può agire in modo da produrre la divergenza.

Discontinuità. — La teoria della discendenza ci dice che la storia dei viventi fu continua, e che ogni specie fu collegata alle altre da una serie continua di anelli di transizione. Questa, tuttavia, non è la condizione dell'oggi. Al contrario, animali e piante sono separati in centinaia di migliaia di gruppi indipendenti isolati. Le specie affini, benchè molto simili, non sono connesse da passaggi intermedi. È bensì vero che talora si trovano questi anelli di congiunzione, ma quando si trovano vengono considerati come fatti di speciale interesse, il che prova la loro rarità. È certo che le specie sono di solito separate da linee di demarcazione piuttosto nette. Nonostante la continuità di discendenza vi è discontinuità dei gruppi di discendenti. Evidentemente le leggi sotto le quali si svilupparono le specie furono tali da produrre questa discontinuità. E la legge della selezione naturale spiega questa più agevolmente di quanto non spiegasse la divergenza. La selezione naturale è realmente più una legge di eliminazione che una legge di scelta. Il più adatto sopravvive solo in quanto il meno adatto perisce. Quindi la produzione di un nuovo tipo presuppone l'estinzione del più antico. Ne segue perciò che collo svilupparsi degli estremi scompaiono le forme intermedie, poichè il fatto che un nuovo tipo è sorto presuppone che il tipo più antico sia stato distanziato nella lotta per la vita; e così, mentre le linee di discendenza divergono, gli anelli di congiunzione fra esse sono sterminati dalla lotta. Fin dal principio della discussione dell'evoluzione organica gli

oppositori della teoria richiesero sempre che si trovassero gli anelli di congiunzione. Se la discendenza fu continua, dove sono i numerosi e indefiniti anelli di congiunzione che dovrebbero avere esistito fra i tipi oggi isolati? Ma se noi comprendiamo che la legge di selezione è una legge di eliminazione, vediamo tosto che tale domanda è priva di significato, perchè gli anelli di congiunzione furono sterminati da quelle stesse condizioni che produssero i nuovi tipi.

Forza della legge della selezione naturale.

Nessuna legge sulle cose viventi fu certamente mai proposta che destasse tanta attenzione e suscitasse tanta discussione come questa di Darwin. Sempre, dal 1858 quando fu proposta, fu assoggettata a critiche, che sono oggi forti come furono pel passato. La grande importanza della teoria si appalesa subito. In primo luogo la legge può essere considerata come una verità che si dimostra per sè stessa. È così evidente che v'è una lotta per l'esistenza, è così chiaro che in questa lotta i meglio atti saranno i vincitori, che la sopravvivenza del più atto può essere considerata come un assioma che non richiede dimostrazione. Inoltre, è ugualmente vero che animali e piante variano e che i discendenti tendono ad ereditare i caratteri dei genitori. La legge della selezione naturale è quindi molto più intelligibile che la legge della gravitazione. La gravitazione non è assolutamente spiegata. Noi conosciamo i fatti, ma non le cause. La legge della selezione naturale è perfettamente logica e facilmente compresa. Date le condizioni, le conseguenze seguono necessariamente. È vero che dobbiamo porre parecchie questioni in-

torno a queste condizioni e chiederci come agisce la legge nel produrre le specie, ma la legge stessa è una conclusione logica e contiene in sè la sua prova. Potremo mettere in questione l'efficacia della legge per spiegare i fatti che si suppongono sotto il suo dominio, ma non possiamo mettere in dubbio la legge stessa.

Inoltre la legge trova forza nell'essere sempre attiva. La lotta per l'esistenza è costante. Può essere più intensa in certi tempi, ma è sempre una forza. Tutti gli animali e tutte le piante sono in ogni tempo in continua competizione per sussistere, e in ogni tempo quindi questa legge di eliminazione rigetta dall'esistenza i meno atti a vivere. La costanza dell'azione rende la forza molto efficace.

Di più è chiaro che questa legge non solo dà ragione delle modificazioni graduali di tipo, ma anche spiega, anzi esige, una continua progressione *in avanti*. In ogni generazione i migliori sono conservati per la riproduzione. Se le variazioni appaiono ai due lati della media rappresentata dai genitori, ne segue che gli individui presenteranno variazioni in progresso sopra i genitori, come anche variazioni di un grado inferiore, e, poichè i migliori soli sono conservati, i sopravvivenenti tenderanno a progredire. Tale fu sempre la storia della vita. Cominciando da tipi bassi e semplici vi fu sempre un progresso. Gli animali sono divenuti più grossi, meglio equipaggiati per l'offesa e la difesa, meglio provvisti di organi per procurarsi il cibo, meglio sviluppati in ogni senso col passare delle età. Per tutta la linea dello sviluppo vi fu una tendenza sempre crescente ad un differenziamento di lavoro fra le varie parti che ha portato ad una migliore complessità dell'organismo. Differenziamento vuol dire struttura più elevata e poichè le variazioni nel senso

di una struttura più elevata tendono di solito a rendere l'individuo più armato ed efficace nella sua lotta per l'esistenza, ne segue che la selezione naturale sarà di solito una forza che spinge la linea dello sviluppo *in alto*.

Nel senso diametralmente opposto la teoria ha uguale forza. Mentre è vero che nella grande maggioranza dei casi studiati gli individui meglio sviluppati sono i soli conservati, è ugualmente chiaro che sotto certe condizioni appare il contrario. La selezione naturale conserva la variazione che è meglio atta alle condizioni *in cui l'animale vive*. Ora, mentre un grado elevato di struttura rende comunemente l'individuo meglio adatto alla lotta per la vita, vi possono essere delle condizioni per le quali un grado elevato di struttura sia in fatto un danno. Le orecchie esterne sono per moltissimi animali un vantaggio, poichè migliorano l'udito, ma quando un mammifero acquista l'abitudine di scavare gallerie sotto terra, la presenza di orecchie esterne è certamente uno svantaggio, poichè queste sono continuamente danneggiate negli scavi che l'animale fa. Quindi la selezione naturale conserverà in questo caso gli individui con orecchie meno prominenti e produrrà quindi la scomparsa delle orecchie, come è il caso della talpa. Conseguenze simili si hanno quando l'animale acquista abitudini di parassita. Per un parassita certi organi utili nella vita libera possono divenire un vero svantaggio; per esempio, gli organi della locomozione possono essere più di danno che di beneficio. E in questo caso la selezione si farà fra individui con organi meno sviluppati. Così la selezione può spiegare tanto la *degenerazione* come il *progresso* nella struttura. In altre parole, mentre è sempre il più adatto che sopravvive, il più adatto non è sempre il migliore. È ben noto che tale degenera-

zione è frequente nei parassiti, e uno degli argomenti più forti in favore della teoria della selezione naturale è appunto questa sua abilità a spiegare la degenerazione di struttura in mezzo al progresso generale verso tipi più progrediti.

Gli organismi sono sempre provvisti di organi pel loro proprio uso. Non ha poca importanza il fatto che gli organi di un animale servano sempre pel suo uso esclusivo e non per l'uso d'altri animali o piante. Se si potesse trovare un organismo con una struttura sviluppata pel solo uso di altri animali o piante la teoria della selezione naturale cadrebbe. Ma non v'è alcun esempio di ciò, e la mancanza di essi è un altro argomento in favore della teoria che fa dell'utilità la base dell'evoluzione.

Ma, invero, la più grande forza della legge della selezione naturale fu l'aver fornita una legge naturale che si sostituì all'intelligenza soprannaturale.

Nella formazione dei mondi, delle montagne e delle valli bastano forze cieche, quali studia l'astronomo e il geologo, poichè in quelli non v'è combinazione e adattamento di parte a parte per scopi definiti, come avviene ed è caratteristico delle macchine. Nella struttura del corpo degli animali e delle piante il caso è differente. La forza naturale è cieca e non si può supporre abbia qualche conoscenza della relazione di parti adattate ad uno scopo. Ciò sembra implichi intelligenza e qui sta la difficoltà di applicare ai fenomeni viventi gli stessi principi di legge naturale che furono con tanto successo usati a spiegare altri fenomeni naturali. Ma la selezione naturale pare fornisca qualche cosa da sostituire all'intelligenza. Essa mostra, in altre parole, come si possa ammettere che anche forze cieche siano sufficienti ad adattare parti a parti e a costruire quegli organi complicati che sembrano essere così forti indizi

di una intelligenza. Qui è il gran segreto dell'influenza della selezione naturale. Essa sostituisce ad una spiegazione trascendentale una naturale. Per essere precisi essa non spiega la forza, e quindi lascia tutto l'argomento avvolto in un misticismo fondamentale profondo come prima. Ma la scienza non può sperare di spiegare la forza e il potere, e deve soddisfarsi di dar ragione dei fenomeni naturali coll'azione di forze naturali agenti in accordo con leggi naturali. E la selezione naturale fu un grande passo in questo senso.

Sviluppo della teoria della selezione naturale.

Si comprenderà facilmente che fu necessario almeno un quarto di secolo prima che questa teoria di Darwin fosse discussa serenamente. Una violenta opposizione l'accorse al suo apparire. Il semplice fatto che essa proponeva leggi naturali al posto di leggi soprannaturali bastò a suscitare una immensa disapprovazione. E questa opposizione non fu solo fatta dai teologi e dai filosofi, ma fu quasi altrettanto vivace fra gli scienziati. La teoria fu adottata dapprima solo da pochissimi scienziati giovani, mentre i vecchi andavano cauti od anche la respingevano. Gli argomenti contro di essa per molti anni furono piuttosto argomenti *ad captandum*, diretti semplicemente a demolire la teoria, più che a scoprire se era vera o no. Ci vollero venticinque anni di queste avvisaglie prima che fosse possibile discutere la questione con quella calma che domanda e merita una teoria scientifica. Anche oggi entrano troppi pregiudizi personali nella discussione della teoria per produrre dei risultati veramente soddisfacenti. Gli scienziati sono troppo nettamente divisi in oppositori

e sostenitori di Darwin per promettere degli ottimi risultati nella determinazione della verità.

Naturalmente la prima necessità fu quella di abituarsi all'idea di una evoluzione organica. La selezione naturale, quale fu proposta da Darwin, portava con sè l'intera dottrina della discendenza delle specie da specie precedenti, cioè l'evoluzione organica. Ora, pur non essendo questa idea interamente nuova alla scienza, era nondimeno nuova alla maggior parte degli scienziati, e praticamente nuova a tutti gli altri pensatori. Era una rivoluzione completa nel modo di pensare l'abbandonare la prima idea di una creazione distinta e sostituirvi quella dell'origine delle specie per semplice discendenza. Quindi la prima questione da essere ampiamente discussa era la verità della teoria dell'evoluzione in generale, e finchè tale questione non fu in qualche modo fissata era manifestamente impossibile che vi potesse essere una discussione serena della selezione naturale. Per chi dubitava della verità dell'evoluzione organica la selezione naturale era un puro assurdo. Come è noto l'opposizione alla teoria della discendenza fu accanita per molti anni. Teologia, filosofia e scienza disputarono intorno ad essa, e per tutto questo periodo di tempo ogni giudizio razionale sulla selezione fu impossibile. Benchè l'argomento della selezione naturale durante i venticinque anni dopo la pubblicazione del libro di Darwin sia stato discusso, la vera forza della discussione stava nel problema della veracità della teoria della discendenza. E il pregiudizio personale più degli argomenti troppo spesso determinò i risultati.

Dopo un quarto di secolo, tuttavia, l'idea della discendenza divenne così familiare da formar parte della credenza scientifica, e allora il *metodo* della discendenza poté essere discusso con maggior calma. Co-

minciò allora uno studio più accurato dei punti deboli della teoria di Darwin, e negli ultimi quindici anni, l'argomento fu molto chiarito e si ebbe un concetto più preciso del suo significato. Sarebbe oggi possibile discutere il valore della teoria, liberi da pregiudizi, e giungere ad una opinione probativa della sua forza. Il fatto che Darwin abbia accettata una teoria non sarebbe più un argomento pro o contro questa.

Fin dal principio apparve che la selezione naturale s'incontra con molte difficoltà piuttosto serie. Molte di queste furono chiaramente comprese da Darwin stesso e da lui considerate con cura. Nelle ultime edizioni dell'*Origine delle Specie* furono discusse le più serie difficoltà per l'accettazione della sua teoria. A molte fra queste egli trovò una risposta che gli parve soddisfacente, ma riconobbe che la discussione di vent'anni lo aveva convinto di aver da principio esagerata l'efficacia del principio della selezione naturale. Negli ultimi suoi scritti egli considerava ancora questa legge come la più potente influenza in opera nella origine delle specie, ma riconosceva che vi prendevano pure parte altri agenti con un'importanza maggiore di quella ch'egli da principio era inclinato a credere. È importante ricordare questa ultima attitudine presa da Darwin per lo sviluppo sorprendente che la credenza nel valore della selezione naturale ha preso dopo la morte di Darwin. Come vedremo, negli ultimi anni sorse una scuola di evoluzionisti che pongono la selezione naturale in un posto molto più alto di quello che Darwin stesso gli aveva dato.

Considerando noi la discussione di questa legge di Darwin che oggi si dibatte con maggior vigoria che mai, dobbiamo stabilire ben chiara fin dal principio la questione reale da risolvere. La questione non è se la selezione naturale sia un fattore reale nella produ-

zione della specie. Ciò è riconosciuto da tutti gli scienziati. Infatti è quasi impossibile immaginare qualcuno che comprenda bene il significato della dottrina e sostenga che questa non sia una forza di grande peso. Ciò non richiede più alcuna dimostrazione o discussione. La vera questione non è sull'efficacia ma sulla *sufficienza* della legge. La selezione naturale è un fattore nel metodo di discendenza. È dessa il solo fattore? Spiega essa tutti i problemi che si connettono all'origine delle specie? Nella discussione talora amara di questi ultimi quindici anni fu troppo spesso perduto di vista che la vera questione non era l'*efficacia*, ma la *sufficienza* della selezione naturale. Tutti riconoscono che è una forza, ma che sia sufficiente a spiegare tutti i caratteri delle specie è una questione affatto diversa. I nostri scienziati tentano di scoprire il metodo dell'origine delle specie, e le spiegazioni che essi offrono devono giungere a tutti i generi di caratteri. Sebbene non si possa sperare che si possa mai spiegare in particolare tutti i caratteri individuali di tutte le specie, dobbiamo ad ogni modo spiegare tutte le classi di caratteri. Alcuni naturalisti, nella loro ammirazione per Darwin, e sotto l'influenza di certe correnti di pensiero, delle quali parleremo più tardi, hanno concluso che la selezione naturale risponde a tutte le questioni. Il vero problema quindi che noi dobbiamo considerare non è l'efficacia di questo fattore, ma se esso possa spiegare tutte le classi di caratteri che apparvero durante questo processo di evoluzione organica.

Come fu studiata finora la selezione naturale.

Lo studio dedicato finora a questo argomento fu in grande parte teorico, cioè arguendo ciò che avver-

rebbe probabilmente in certe condizioni ipotetiche, piuttosto che di osservazioni di ciò che succede veramente sotto le condizioni attuali. E ciò è disgraziato, poichè troppo spesso abbiamo appreso che le deduzioni teoriche non verificate con dati sperimentali sono molto vicine all'errore. Ma in questo caso la discussione teorica era una necessità. In primo luogo, tutti ammettono che la produzione di nuovi tipi richiede un lungo periodo di tempo, e il tempo che fu dato allo studio è troppo breve per poter presentare risultati diretti di osservazione. Inoltre il metodo sperimentale è qui reso impossibile dalla natura stessa del problema. L'essenza vera della legge è di agire sotto condizioni naturali. Dal momento stesso che introduciamo condizioni artificiali, il risultato cessa di essere effetto di selezione naturale.

Ogni esperimento è basato sulla produzione di condizioni artificiali, e ciò fa sì che questi esperimenti, non siano testo di selezione naturale. Per secoli e secoli i nostri agricoltori e i nostri allevatori hanno fatto esperimenti artificiali, ma non hanno con ciò raggiunta la questione dell'origine delle specie in natura. Quindi l'unico modo che noi possediamo per raggiungere la prova è con osservazioni continuate a lungo sotto condizioni naturali. È vero che Darwin fondò in principio la sua teoria sopra osservazioni. Per molti anni egli andò raccogliendo pazientemente dei dati per verificare la sua teoria prima di proporla al mondo, ed è per questa ragione che la teoria fu sin dal principio così fermamente stabilita. Ma dopo Darwin, per un quarto di secolo si fece ben poco progresso nello studio della selezione naturale in natura.

Gran parte degli argomenti e delle prove di Darwin furono tratti dallo studio degli animali e delle piante domesticate. Ma se da un lato è vero che tali argomenti

forniscono dati preziosi per lo studio della variazione e dell'eredità, essi però non possono dall'altro lato avere che un'importanza indiretta pel problema della selezione naturale. L'incrocio artificiale potrà mostrare quanto grandi variazioni siano possibili fra i discendenti di un animale, e come queste variazioni possano essere scelte e conservate. Tutti questi fatti hanno invero un grande significato sullo studio del modo di origine delle specie, ma essi non portano un'evidenza diretta del metodo che fu seguito in natura. Riconoscendo quindi che potranno forse richiedersi dei secoli per la produzione di nuove specie, come è possibile ottenere qualsiasi evidenza diretta per mezzo dell'osservazione? Ed è appunto per questa difficoltà che lo studio del problema fu finora in gran parte teorico. I soli metodi per raggiungere la prova sembrano essere quelli indiretti. Noi dobbiamo studiare gli animali allo stato domestico e apprendere quanti più fatti possiamo intorno all'eredità ed alla variazione. Dobbiamo studiare animali e piante in natura e trovare fin dove le condizioni si accordino con quelle della domesticità. Dobbiamo quindi trarre da questi fatti le nostre conclusioni sul metodo che la natura impiega per produrre le specie. Passerà lungo tempo prima che noi possiamo sperare di trovare esempi diretti in natura di produzione di nuovi tipi sotto i nostri occhi.

Nondimeno, come vedremo in un altro capitolo, in anni recenti cominciò un tentativo più logico di provare coll'osservazione questi problemi della selezione in natura. Il lavoro necessario è enorme, poichè richiede la raccolta e lo studio accurato di migliaia di esemplari. I nostri naturalisti studiando la natura trovano che occasionalmente abbiamo offerti al nostro esame alcuni esperimenti fatti da natura su larga scala. Abbiamo, ad esempio, un grande numero di casi di

animali o piante introdotti in nuovi paesi, ove il loro ambiente è interamente cambiato. Questi casi offrono opportunità eccellente per lo studio della selezione. Di questi esempi si comincia appena a fare uso, ma già le lezioni che se ne ricavano sono significative, e ne parleremo in seguito. In generale possiamo stabilire qui che queste osservazioni, sebbene poche, dimostrano che la selezione naturale è una forza che con maggiore o minor costanza, elimina il non-adatto. Una terribile burrasca d'inverno nella Nuova Inghilterra, per es., fa grande strage del passero comune importato. Un confronto fra gli animali che muoiono durante la bufera, con quelli che riescono a superarne gli effetti dimostra che vengono eliminati certi tipi di uccelli. Sopravvivono quelli col corpo piccolo, ben sostenuto su forti zampe, mentre quelli che muoiono sono più grossi, ma hanno le zampe più deboli. Questa eliminazione lascerà sussistere solo gli uccelli più adatti al clima, ed è quindi un esempio di selezione naturale.

Tali osservazioni sono finora assai poche, ma poichè i nostri naturalisti più chiaramente percepiscono i problemi che loro si affacciano, noi possiamo sperare che uno studio più esteso dell'azione della selezione naturale in natura prenderà il posto dello studio dei fenomeni dello stato domestico.

Riassunto.

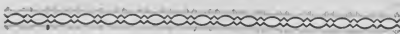
Avendo accettata la conclusione che le specie derivano per discendenza da altre precedenti, si affaccia la questione delle leggi che produssero l'origine di nuove specie, cioè del *metodo* di discendenza. Il metodo deve necessariamente essere qualche cosa che sostituisca l'in-

telligenza che regola la formazione di una macchina artificiale. Esso deve evidentemente essere basato sopra i fattori della variazione e della riproduzione, poichè questi sono i due grandi punti che fanno differire una macchina vivente da una non vivente. E Darwin portò l'evoluzione a preminenza perchè suggerì un tale metodo. Questo era basato sul fatto che gli animali e le piante sempre tendono a variare, e che le variazioni possono accumularsi nelle successive generazioni, come si vede nell'allevamento artificiale. E in luogo della facoltà selettiva dell'allevatore egli suggerì la selezione naturale. Questa consisteva semplicemente nel fatto che nella intensa lotta per la vita, alla quale animali e piante sono sottoposti, solo le migliori variazioni riusciranno a produrre discendenza. Generazioni successive accumuleranno tali variazioni favorevoli producendo una perfezione graduale delle parti ed un costante cambiamento della specie. Questa teoria ci dà l'*utilità* come principio che guida il corso della discendenza. Essa è quindi applicabile solo a quei caratteri che sono utili, e solo a quelli che si sono formati per l'accumularsi di piccole variazioni. Questa legge viene offerta come la spiegazione dell'adattamento, della divergenza, della discontinuità, i tre fattori principali dei quali bisogna tener conto per spiegare l'origine delle specie.

La selezione naturale ben presto trovò sostegno attivo da parte degli scienziati, perchè offriva una spiegazione naturale di quelli che prima erano stati considerati fenomeni soprannaturali. Essa s'appellava alla scienza come una verità evidente per sè stessa, come sempre attiva, come spiegante un progresso generale degli organismi come l'origine di nuovi tipi, come pure la degradazione occasionale di un tipo in certe condizioni. La legge fu subito l'arena del combattimento,

che fu per un quarto di secolo in maggioranza teorico. Questa discussione subì largamente l'influenza dei pregiudizi personali dei disputanti, e questa disputa personale durò finchè l'idea generale dell'evoluzione divenne famigliare. Allora fu possibile un giudizio più calmo, ed una discussione più proficua sull'effetto reale della legge della selezione naturale. Avendo infine chiaramente riconosciuto che la dottrina dell'evoluzione non deve dipendere dall'accettazione della selezione naturale come causa sufficiente, i naturalisti poterono vedere questa grande legge di Darwin in una luce più chiara.





CAPITOLO III.

I cinque anelli di Darwin. Prodigalità della Natura, Lotta, Sopravvivenza.

I problemi evoluzionistici negli ultimi venti anni si sono accentrati intorno alla teoria della selezione naturale. Vi sono, invero, molte altre questioni che richiesero grande attenzione, ma la maggior parte di esse, possono, in fondo, essere considerate come conseguenze della dottrina di Darwin. Darwin vide i problemi della Natura molto chiaramente, e seppe col suo genio presentarli in una teoria comprensiva che servi di base di investigazione per quasi mezzo secolo. Per questa ragione e per comprendere l'attitudine presente della scienza verso il metodo dell'evoluzione, dobbiamo basare la nostra discussione sopra questa teoria.

Come abbiamo veduto, la selezione naturale è una catena di cinque anelli, i quali appaiono sempre più comprensivi quanto più si studiano i fenomeni naturali. Prodigalità della Natura, lotta, variazione, sopravvivenza e eredità includono certamente quasi tutte le fasi dei fenomeni viventi che si possono studiare con

speranza di arrivare alla soluzione del problema della discendenza. Il segreto dell'evoluzione organica deve essere nascosto fra essi. Nel nostro studio del Metodo dell'evoluzione non possiamo quindi fare di meglio che considerare prima questi cinque anelli in ordine, e vedere quanto fu aggiunto e tolto a ciascuno di essi durante i quaranta anni dacchè Darwin li collegò insieme come un tutto armonico. Vedremo che due di essi rimangono praticamente quali egli li comprese, mentre sugli altri tre molta luce si è fatta. Mentre non vi fu grande cambiamento nei concetti di prodigalità e di lotta, gli altri tre anelli della catena si stenterebbero a riconoscere per quelli stessi che si affacciarono a Darwin quando fece il tentativo di spiegare l'origine delle specie.

Prodigalità della Natura.

Il fatto che tutti gli animali e tutte le piante tendono a crescere pei processi normali della riproduzione molto più rapidamente di quanto non concedono i mezzi di sussistenza, è divenuto più e più evidente col passare degli anni. La Natura sembra aver dotato moltissime specie di un potere di moltiplicazione straordinario e non necessario. Sappiamo di animali e di piante che possono moltiplicarsi con una rapidità anche maggiore di quelle menzionate da Darwin. Una specie di *Tenia (echinococcus)* si dice sia capace di produrre in una sola generazione 150.000.000.000 di discendenti, numero semplicemente incomprensibile. Certi batteri si moltiplicano così rapidamente che i discendenti di un solo individuo, che si lasciasse moltiplicare senza impedimento per tre giorni, sommerebbero a 47.000.000.000.000.

Questi sono casi estremi, ma una grande abbondanza nella produzione si manifesta ovunque. Non v'è animale o pianta che non abbia facoltà di moltiplicazione sorpassanti le possibilità di sussistenza.

Sembrerà un poco strano che la natura sia così prodiga, poichè non ci aspetteremmo comunemente un tale spreco. In generale nella cresciuta degli animali e delle piante, la natura sembra essere molto parca. Gli organi che non vengono usati si riducono prontamente di dimensione e anche scompaiono. I viventi, di regola, non sviluppano caratteri dei quali non fanno uso. È vero, come vedremo in seguito, che vi sono in apparenza alcuni caratteri inutili, ma questi sono in rapporto con organi di piccole dimensioni e non richiedono alcuna spesa speciale di energia per mantenerli o per produrli. Ma colla riproduzione sembra avvenire il contrario. Le possibilità di riproduzione sono molto al di là dei bisogni della specie. Se vi è posto solo per due individui, sembra uno spreco produrre cento. Inoltre la produzione di questi numerosi individui non è, come lo sviluppo di organi inutili, cosa che richieda consumo di poco alimento e di piccola energia, e quindi abbia poca conseguenza per l'adulto. D'altra parte, la produzione di discendenti è il grande scopo della vita dell'animale e della pianta, e frequentemente la vita dell'individuo è sacrificata nella produzione dei numerosi discendenti che lascia indietro. Più di un animale consuma tutta la sua energia nell'atto riproduttivo; anche il magnifico salmone sacrifica frequentemente la sua vita rimontando i fiumi pel semplice scopo di deporre le sue uova. Vi deve essere qualche ragione per questa prodigalità in mezzo ad una parsimonia generale. Perchè la natura deve essere così prodiga da sacrificare anche la vita?

Non è difficile rispondere a questa domanda, purchè

si accettati la legge della selezione naturale. È questa prodigalità sola che rende possibile la selezione naturale: questa sola che rese possibile l'evoluzione organica, poichè è per la selezione dei migliori fra i grandissimi numeri che si compì l'elevazione graduale del tipo. Ma poichè il principio ora fissato richiede l'ammissione di uno scopo, che raramente lo scienziato ammette, un principio più preciso sarebbe il seguente: Solo quegli animali e quelle piante che hanno sviluppato un'eccessiva facoltà di riproduzione saranno soggetti alla selezione naturale, poichè essi soli saranno impegnati nella lotta per la vita. Il progresso nella struttura è solo possibile là ove la selezione naturale elimina i non adatti. Quindi solo fra quegli animali che si moltiplicano rapidamente vi potrà essere uno sviluppo dovuto a conservazione delle migliori varietà. Vi possono essere stati molti animali e piante nella storia del mondo senza questa eccessiva potenza di moltiplicazione, ma essi furono inevitabilmente sterminati. Anche se essi poterono sostenere la vita per qualche tempo non poterono progredire, poichè il progresso viene solo dall'eliminazione del meno adatto. Di regola, gli individui con minore fertilità saranno in breve distanziati nella lotta per la vita da quelli che progrediscono per selezione. Quindi possiamo agevolmente comprendere come questa prodigalità della natura si sia formata, semplicemente dal fatto che tutti i tipi di organismi che non la possedevano non potevano progredire a più alti gradi di organizzazione, e quindi sarebbero stati presto sterminati.

Se questa prodigalità della natura è la base della selezione naturale vi dovrebbero essere probabilità eccezionalmente buone per quei gruppi di animali, in cui la fecondità è massima. A questo proposito è interessante notare che, fra gli animali più elevati, ve-

diamo la più grande fecondità negli insetti. Si dice che tre mosche possono consumare il carcame di un bue più rapidamente di un leone. Le mosche depongono le uova; le uova schiudono in cinque o sei giorni; le larve si nutrono della carne e in breve tempo divengono adulte e depongono uova alla loro volta. Larve e adulti insieme consumeranno la carne in un tempo incredibilmente breve. Gli insetti hanno una straordinaria fecondità, che viene limitata dalla mancanza di cibo. Ora, precisamente fra gli insetti troviamo i più notevoli esempi di adattamento. Il mimetismo, di cui abbiamo già dato un esempio, è certamente uno dei fatti più straordinari in natura, e il mimetismo ha appunto i suoi migliori esempi fra gli insetti. È anche fra gli insetti che gli istinti sono meglio sviluppati. Ora nello sviluppo degli istinti il selezionista naturale trova uno dei più difficili problemi, e certamente è notevole trovare il loro più alto sviluppo fra animali specialmente fecondi. Dove il numero degli individui è più grande l'eliminazione è più severa, e quindi sarà più grande l'opportunità di conservazione delle variazioni favorevoli.

Non è necessario fermarci troppo su questo punto. La prodigalità della natura è un fatto che avviene universalmente, e gli studi fatti dopo Darwin hanno piuttosto accresciuta che diminuita la importanza che egli dava a questo fattore nella Natura.

Lotta per l'esistenza.

La lotta per l'esistenza è conseguenza della prodigalità della natura, ma è difficile o impossibile realizzare pienamente l'intensità di questa lotta. All'osser-

vatore superficiale la natura appare pacifica, e a chi guardi i fiori che sbocciano o ascolti il canto degli uccelli parrà incredibile che questa apparente pace nasconda una guerra universale di sterminio che ad ogni istante si combatte sotto i nostri occhi. Ma così è, e tutti quelli che ebbero occasione di studiare animali e piante in natura furono impressionati da questa continua lotta. Noi abbiamo imparato a conoscere meglio le molteplici fasi della lotta anno per anno. Dal momento stesso che la madre produce l'uovo, questo è soggetto a innumeri nemici che tendono a distruggerlo. Col passare dei mesi e degli anni mentre dall'uovo si va verso l'adulto queste influenze ostili si moltiplicano, il numero degli individui diviene sempre minore, e finalmente solo pochi sopravvivono ai pericoli e sono in grado di riprodurre la loro specie. Questi individui sono quelli che hanno superate tutte le prove e sono capaci di vivere, perchè usciti vittoriosi da migliaia di prove. Però la lotta non è sempre così severa. Vi sono periodi di rapido sterminio, come sarebbe una forte tempesta invernale, seguiti da periodi di relativa bonaccia. Ma ogni individuo che raggiunge l'età della riproduzione deve essere considerato come il fortunato vincitore di una lunga serie di esami.

Uomo. — Quanto profondamente questa idea della lotta sia entrata a far parte della nostra conoscenza, si vede dal fatto che il termine "lotta per l'esistenza", è passato dal suo significato originale al linguaggio ordinario. Sempre si parla di lotta per l'esistenza nel senso della lotta dell'uomo per il pane. Ora la lotta per l'esistenza come viene intesa dallo scienziato e come parte della teoria generale della selezione naturale, è una cosa molto differente dalla lotta per la esistenza nel senso in cui questo termine viene applicato all'uomo. Sfortunatamente questa differenza non

è sempre riconosciuta, e spesso si confondono questioni riguardanti l'evoluzione dell'uomo per l'uso improprio di questo principio. La lotta sociale dell'uomo pel cibo non ha praticamente rapporto colla lotta per l'esistenza, che sta alla base della selezione naturale come fattore nell'evoluzione degli animali. È necessario comprendere bene questa differenza, altrimenti la nostra logica sarebbe fallace.

La lotta per l'esistenza che forma la base della selezione naturale è nel fatto una lotta per la vita in cui gli individui perdenti sono eventualmente *sterminati*. È una lotta pel cibo; non è una semplice lotta per vedere chi otterrà il miglior cibo, ma una lotta per vedere chi morrà di fame. Il risultato è vita o morte, o, per meglio dire, discendenti o non. La lotta per l'esistenza fra gli uomini è ben differente. Gli uomini lottano pel cibo, ma realmente a chi avrà il miglior cibo o lo avrà più facilmente, e non per chi dovrà morire di fame. La vera morte di fame tra gli uomini civilizzati è un fenomeno così raro che non entra nel problema dell'evoluzione umana, almeno nella sua condizione presente presso le razze più elevate. Se la lotta non è tale da indebolire le facoltà riproduttive degli individui sconfitti, non è una lotta per l'esistenza nel senso della scienza biologica. Ogni individuo povero che può vivere abbastanza per lasciare discendenti è un vincitore nella lotta in senso scientifico, mentre colui che eredita dei milioni, ma non lascia figli, è un vinto, anche se la sua vita è in apparenza una delle più fortunate.

Ora vi sono, è vero, severe lotte per la vita fra gli uomini, lotte così severe da rendere la vita dell'uomo un tormento. Ma nel senso scientifico quasi tutti gli uomini sono vincitori. Alcuni sono obbligati a lavorare molto duramente, mentre altri conquistano il loro

nutrimento con fatica relativamente piccola. Ma tutti ottengono cibo sufficiente per tenersi in vita, e, per quanto riguarda la riproduzione, è ben noto che quelli che hanno la lotta più dura, cioè i poveri, sono di solito i più prolifici. La lotta severa pel pane che si osserva nelle basse classi, o la lotta per la ricchezza e la posizione sociale fra le classi più alte, non ha relazione colla lotta per l'esistenza che è base della legge della selezione naturale. Alcuni scrittori hanno paragonato alla lotta per l'esistenza la concorrenza degli uomini negli affari, nella politica, nelle aspirazioni sociali, la caccia al denaro, o, in breve, tutti i generi di concorrenza umana. Nulla potrebbe essere più illogico. I vincitori non hanno più discendenti dei meno favoriti, e di solito ne hanno meno. Se la lotta non è tale da toccare la vita e la morte, o almeno la capacità di riprodursi, non è una lotta per l'esistenza paragonabile in alcun modo a quella che avviene fra gli animali, e che serve di base ad una evoluzione del tipo.

Vi sono due fasi assolutamente distinte nella lotta per l'esistenza. L'una è la concorrenza di animali contro animali, e l'altra la lotta contro le condizioni fisiche avverse. La prima avviene specialmente quando nascono più individui di quanti possano trovare sussistenza, o quando dei nemici forti divengono numerosi. Se un animale ha abbastanza territorio e cibo, la sua lotta sarà specialmente con altri organismi che cercano di mangiarlo. Ora l'umanità è praticamente esente da questi due tipi di lotta. Essa occupa un territorio che non ha ancora interamente riempito.

Nella sua storia primitiva le sue condizioni furono certamente differenti. Vivendo di frutti che raccoglieva e della carne degli animali che poteva prendere, l'uomo primitivo non aveva grande fornitura di cibo, e la vera lotta deve essere stata accanita. La guerra era allora

costante, e questa guerra significava lotta a morte. Ma dacchè l'uomo apprese a coltivare il suolo e ad allevare bestiame per cibo, tutto il problema cambiò. Queste nuove abitudini allargarono il mondo. Anche oggi l'uomo non è ancora cresciuto fino al limite del mantenimento possibile. Se si eccettuano carestie casuali vi fu sempre, e vi è ancora, più che la sufficienza di cibo per tutti gli uomini nati, e, finchè ciò continua, l'umanità non avrà mai un concetto di ciò che è la lotta per l'esistenza fra gli animali. Quando l'umanità sarà cresciuta al punto da riempire il mondo e da consumare ogni anno tutto il cibo che può essere prodotto colla coltivazione del suolo, allora e non prima comincerà la sua esperienza della lotta per l'esistenza come si verifica fra gli animali.

L'uomo, colla sua intelligenza, si è anche reso superiore alla seconda fase della lotta. Egli ha dominati tutti gli animali, e, salvo certe eccezioni, non deve temere alcuna lotta con essi. Esso è ugualmente superiore alle condizioni fisiche della natura. Il freddo e il caldo, la pioggia o la siccità hanno poca influenza sopra di lui, e non sono per lui fattori nella lotta per l'esistenza. Benchè tali influenze possano occasionalmente produrre la morte di alcuni individui, l'effetto è così piccolo che è inapprezzabile nella storia generale dell'uomo. In tutte queste forme, dove la lotta per l'esistenza elimina così accanitamente i tipi disadatti di animali, l'umanità è esente. L'uomo è superiore a tutte queste forme di lotta.

Ma anche l'umanità non va esente da una lotta per l'esistenza. Benchè non nascano più uomini di quanti possano trovare sussistenza, e benchè l'umanità cresca sempre di numero, fatto che indica che la lotta per l'esistenza non è con essa severa, tuttavia è certo che nascono molto più individui di quanti non giungano

a maturità. Se ci chiediamo quali agenti impediscono a moltitudini di raggiungere la maturità e di riprodursi, vedremo ove sta la vera lotta per l'esistenza fra gli uomini. Le battaglie in guerra ne distruggono alcuni e gli accidenti ne distruggono altri. Ma la vera lotta in cui è impegnata l'umanità è duplice. La più importante lotta è quella coi parassiti. Gli organismi microscopici, producendo varie malattie infettive, sono i più seri nemici dell'uomo e gli agenti più efficaci per impedire a molti individui di produrre dei discendenti. Con essi l'uomo lotta dal primo momento della sua vita. La sua seconda lotta è coll'alcoolismo e colla sensualità. Questi due fattori operano continuamente, ed eliminano i deboli. Nessuna famiglia dura a lungo quando diventa vittima dell'alcoolismo o della sensualità smodata. L'umanità è in vigoroso conflitto con queste forze ostili, e la sua lotta per l'esistenza è pressante. Ma nulla è più certo del fatto che la concorrenza fra uomini per i mezzi di sussistenza, la lotta per la ricchezza e il potere, per gli affari, non hanno alcun rapporto colla lotta per l'esistenza, e qualunque teoria basata sopra una supposta somiglianza di tale "lotta per l'esistenza", come avviene fra gli uomini civilizzati e la lotta per l'esistenza negli ordini inferiori della natura è falsa nel suo fondamento.

Animali e piante. — Qualunque cosa si dica della lotta per l'esistenza fra gli uomini, essa è severa per gli animali e le piante, e molti fatti si raccolsero per provarlo. Forse gli effetti più sorprendenti si trovano quando per certe ragioni eccezionali, la lotta è temporaneamente arrestata. Vi sono parecchi interessanti esempi di questo fenomeno. Per esempio fra il 1850 e il 1870, circa 1500 passeri furono introdotti negli Stati Uniti dall'Inghilterra. In Inghilterra questi animali hanno vari nemici, animati e inanimati, da lottare insieme, e

questi sono sufficienti per tenerli in freno. La loro lotta per l'esistenza è severa, e un numero relativamente piccolo di nati viene a raggiungere la maturità. Ma non era possibile apprezzare l'importanza di questa lotta finchè quegli uccelli non furon tratti dal loro paese. Quando furono introdotti in America, tutti i loro ordinari nemici disparvero. Nel nuovo paese vi era grande abbondanza di cibo, e le molte cause che avevano depresso le loro facoltà riproduttive erano tolte. In conseguenza un maggior numero di individui raggiunse la maturità, e quindi cominciarono a moltiplicarsi con straordinaria rapidità. Ora sono divenuti numerosissimi, mentre i loro parenti in Europa rimangono una piccola specie con relativamente pochi individui.

La *Doriphora*, coleottero dannosissimo alle patate in America, ci può fornire un altro esempio. Questo insetto in origine si nutriva di piante selvatiche negli Stati dell'Ovest. Non era specialmente abbondante, poichè il suo cibo era limitato e la lotta per l'esistenza teneva la specie in freno. Ma quando l'uomo cominciò a coltivare la patata nel paese, l'insetto cominciò a cibarsi della nuova pianta. Il suo alimento aumentò quindi d'un tratto, e ciò fu come se la lotta per l'esistenza fosse stata fermata. Non fu più questione quale delle larve nate riuscirebbe ad ottenere il cibo, perchè ve n'era a sufficienza per tutte. Il risultato della cessazione della lotta per l'esistenza fu di lasciar agire liberamente le facoltà riproduttive, e per alcuni anni la specie si accrebbe con rapidità prodigiosa finchè ora si estende sulla più grande parte degli Stati Uniti.

Tali esempi potrebbero essere moltiplicati, perchè sono molto numerosi. Per comprendere il pieno significato della lotta per l'esistenza basta solo paragonare

le condizioni del passero in Inghilterra colle sue condizioni in America, o paragonare la Dorifora prima e dopo la coltivazione della patata negli Stati Uniti dell'Ovest. Tale confronto potrà dare una pallida idea di ciò che è realmente la lotta.

Fra le piante la lotta non è meno severa, benchè prenda una forma differente. Quindi non v'è naturalmente questione di lotta attiva d'individuo a individuo, ma la lotta passiva per l'alimento o pel posto di crescere è tanto severa come fra gli animali. La rapida invasione di piante europee in America, e viceversa, è una prova di una cessazione della lotta fra le piante paragonabile a quelle menzionate fra gli animali.

Non si supponga che tutti gli studi dedicati a questo argomento ci permettano di spiegare in tutti i casi i particolari di questa lotta per l'esistenza, o anche di dire in che cosa consista. Noi non possiamo dire per esempio quali forze operino ad impedire l'aumento dei passeri in Europa, che vengono tolte al loro arrivo in America. Noi anche non possiamo dire perchè la margherita (*Leucanthemum*) trova in America nemici più facilmente vincibili che in Europa. Noi non possiamo dire perchè la lotta che il coniglio subisce in Inghilterra è molto più severa di quella che combatte in Australia.

Noi non possiamo dire perchè certe orchidee sono così rare ed altre così comuni, mentre tutte hanno mezzo di moltiplicarsi così rapidamente da riempire il mondo in pochi anni. Ma i fatti noti intorno alla regola di moltiplicazione e i numerosi esempi delle conseguenze di togliere le restrizioni alla moltiplicazione mostrano abbastanza chiaramente la straordinaria influenza della lotta per l'esistenza.

Tutti gli animali hanno una fecondità capace di empire il mondo in breve tempo, ma in tutti i casi questa

fecondità è frenata da varie condizioni. Ogni animale lotta per riprodursi al più presto possibile, ma la lotta contro le condizioni tien tutto in freno. Togliete il freno e gli animali crescono prodigiosamente finchè incontrano un secondo ostacolo che li trattiene di nuovo. La riproduzione, essendo in ragione geometrica, è una forza a potere quasi infinito. La lotta per l'esistenza è il freno che la trattiene indietro.

È evidente che in questo punto sta una delle ragioni per cui lo studio degli animali allo stato domestico non può darci alcuna nozione dell'evoluzione in natura. Nello stato domestico le facoltà riproduttive sono frenate da molte condizioni artificiali. Non vi può essere lotta per l'esistenza. La sola lotta o parvenza di lotta è quella che sta nello sforzo, inconscio naturalmente, di soddisfare al capriccio dell'allevatore poichè quegli animali che gli piacciono vengono conservati e gli altri sacrificati.

Lotta per la vita di altri.

Vi è un contrapposto alla lotta per l'esistenza che fu messo molto in evidenza in tempi recenti da alcuni autori. Questo è il principio che porta organismi a sottostare a durezza, sofferenze ed anche a morte pel beneficio di altri individui. Fra gli animali inferiori all'uomo lo vediamo egualmente nel sacrificio della madre pel bene dei nati. Come già abbiamo notato, accade frequentemente che la madre consuma tutta la sua energia nell'atto riproduttivo. Fra gli animali più elevati l'amor materno ha un'influenza sull'azione degli animali per una certa estensione e per brevi periodi. Fra gli animali sociali accade frequentemente che l'in-

dividuo abbia istinti che lo spingono a sacrificarsi pel bene della comunità di cui è membro. Fra gli insetti la formica-soldato non esita un istante a sacrificare la sua vita per la colonia.

Questo principio è, in un certo senso, l'opposto della lotta per l'esistenza, in cui ogni animale si sforza per sostenere la sua vita. Esso può esser detto *la lotta per la vita della specie* più che dell'individuo. Fra gli animali inferiori e le piante, esso è in realtà non distinguibile dalla lotta per l'esistenza quale l'abbiamo tratteggiata, perchè la lotta pel cibo è la lotta per la facoltà di crescere, e poichè la cresciuta è seguita da divisione, la lotta per la vita della specie è identica a quella per la vita dell'individuo. Fra gli animali più elevati dove l'amor materno porta al vero sacrificio, questo secondo principio di sacrificio o *altruismo*, come vien chiamato, spiega senza dubbio una parte importante. Ma è specialmente nell'uomo che la forza diviene attiva e importante; fra gli animali essa ha molto significato solo nei gruppi più elevati. È quindi una legge che deve principalmente essere studiata in seguito in rapporto coll'evoluzione dell'uomo.

Sopravvivenza del Più Atto o Selezione Naturale.

Per ragione di chiarezza nella discussione intraprenderemo l'argomento della sopravvivenza prima di quello della variazione.

La sopravvivenza del più adatto, è, invero, la nota tonica di tutta la teoria, è in breve, la selezione naturale. Secondo l'accuratezza di questo concetto l'intera teoria si sostiene o cade. Ma questo problema della soprav-

vivenza è oggi sotto una luce interamente diversa da quella in cui si trovava quando per la prima volta fu posto innanzi da Darwin. Il termine sopravvivenza del più adatto, come quello di lotta per l'esistenza è divenuto frase famigliare, e in tal modo viene spesso applicato a cose toccanti i problemi sociali, e conduce a fallaci conclusioni. Ciò tuttavia non ci deve trattenere. L'importanza della legge della sopravvivenza del più adatto venne in grande parte dallo studio dell'allevamento degli animali domestici, perchè è lo studio degli animali in domesticità quello che fornì finora la maggior parte dell'evidenza della teoria dell'evoluzione.

È un fatto ben noto che l'allevatore può modellare i corpi degli animali quasi a volontà. Semplicemente osservando qualche particolare di struttura e poi selezionando e incrociando quegli animali che presentano tale particolarità, egli può ottenere prole in cui quel carattere è, in media, più sviluppato che nella media delle generazioni precedenti. Scegliendo nuovamente gli individui che presentano meglio sviluppato quel carattere e incrociandoli, egli può andare ancora più innanzi colla generazione seguente.

Continuando il processo di selezione il suo allevamento subisce col tempo grandi cambiamenti. Le differenze nelle razze di piccioni, cavalli, uve, e rose ci forniscono esempi della possibilità. Questi sono fatti, non teorie, e dimostrano quanti cambiamenti siano possibili nei limiti di poche generazioni per l'azione delle semplici forze di riproduzione e di eredità, purchè vi sia qualche *forza selettiva* che guidi il processo. Infatti, lasciati riprodurre a volontà, questi animali non si sarebbero mai accoppiati insieme nel modo che l'allevatore li accoppia, e non si sarebbero ottenuti tali risultati accumulativi. Ma i fatti dell'allevamento domestico dimostrano che è solo necessario che il pro-

cesso sia guidato propriamente per indurre profonde modificazioni nella struttura degli animali, modificazioni sufficienti a produrre tipi radicalmente nuovi.

Questi effetti furono prodotti comunemente dal processo di *selezione*, non per diretta modificazione. Il principio di selezione va divenendo un principio di riconosciuta larghissima influenza. Esso va molto più in là dell'allevamento degli animali. Esso pervade tutta la vita; esso è un fattore nelle società civilizzate. Per selezione gli individui vengono separati dalla norma per raggiungere più alte posizioni e più forti vantaggi. La selezione spinge i nostri figli nella loro educazione o li trattiene indietro. Per selezione, ci dice il psicologo, il bambino impara a camminare, scegliendo semplicemente i movimenti più utili fra gli innumerevoli inutili che fa colle sue gambe ai primi tentativi per usarle. Per selezione si formano le abitudini mentali. Invero per tutta la vita il principio di selezione è una forza primissima. Di tutti questi numerosi tipi di selezione, uno solo ci riguarda ora direttamente.

Selezione Naturale.

Quando noi consideriamo ciò che l'allevatore può fare colla selezione ci appare che se potessimo trovare qualche forza naturale che prendesse il posto del potere selettivo dell'allevatore, il problema del modo di origine della specie sarebbe ampiamente risolto. Questa forza, Darwin trovò nel fatto che, nella costante lotta per la vita, sopravvivono solo quegli animali che sono meglio adattati alla loro condizione, e quindi in conseguenza che solo gli individui meglio adattati si accoppieranno, perchè essi soli raggiungeranno la maturità. Così l'accoppiamento artificiale di varietà a

capriccio dell'allevatore è sostituito dal principio dell'*utilità* che accoppia solo quegli animali che presentano le più alte variazioni nel senso d'utilità. Avendo quindi scoperto una forza che sostituisce la fantasia dell'allevatore è facile sostenere che da questa forza, la selezione naturale, possiamo attenderci tutto ciò che fa l'allevatore nel modellare la specie. Invero, si dice che possiamo attenderci di più, poichè mentre la selezione dell'allevatore è incostante, la selezione naturale è sempre attiva. L'utilità è una forza costante, la selezione artificiale una forza spasmodica, e molto più dobbiamo attenderci dalla prima che dalla seconda.

Stabilito ciò, arriviamo direttamente al centro di una fra le più serie obiezioni alla selezione naturale, obiezione così seria da avere indotto alcuni scienziati ad abbandonare interamente la selezione naturale come causa sufficiente. Nella discussione del principio della sopravvivenza, vi fu spesso un giuoco di parole, presso a poco così: Gli animali più adattati alle loro condizioni sopravviveranno. Gli animali meglio adatti sono quelli presentanti variazioni utili, e quindi la selezione naturale prende le variazioni utili e le conserva. Quindi *ogni* carattere utile deve essere conservato. La posizione logica, che tutti gli animali che sopravvivono possiedono utili caratteri, vuol dire che tutti i caratteri utili saranno trascelti dalla selezione naturale. Si ammise quindi che è solo necessario mostrare che un carattere è di qualche uso, non importa se poco importante, ed è provato che questo carattere fu prodotto dalla selezione naturale.

Ora questa interpretazione è manifestamente illogica. Certamente essa non consegue alle premesse, e se è vera ha bisogno di maggior spiegazione.

La selezione naturale non è una forza come quella dell'allevatore che esamina i suoi animali e ne sceglie

alcuni che presentano certi caratteri specialmente sviluppati. La parola "selezione", qui inganna. In natura non vi è selettore nè scelta. La natura non sceglie il migliore, ma semplicemente elimina il peggiore. Vi è una grande differenza fra un processo che sceglie consciamente il migliore ed un processo che inconsciamente elimina il peggiore. Con quest'ultimo processo è necessario perchè un carattere particolare sia conservato, che esso non sia solo di qualche uso, ma sia di utilità sufficiente per influire in qualche periodo sopra una questione di vita o di morte, o almeno la produzione di prole. Non può essere conservato dalla selezione naturale se tutti gli animali che sono in competizione diretta, ma mancano di quel carattere, non vengono sterminati. Il suo possesso deve avere il valore sufficiente a determinare che chi lo possiede rimanga, mentre gli altri individui non favoriti soccombano nella lotta per l'esistenza. Un carattere non vien conservato semplicemente perchè è utile, ma perchè mette il suo possessore in grado di vincere nella lotta laddove altri senza quel carattere periscono.

Questo è un principio molto differente da quello che dice che la selezione naturale conserverà tutti i caratteri utili. Sarebbe infatti molto discutibile che tutti i caratteri che hanno qualche lieve utilità possano essere di uso sufficiente all'individuo per influire nella questione di vita o di morte. Ma se ciò non avviene, se il carattere in questione non porta con sè che il favorito solo lasci discendenti, mentre i non favoriti ne lascino almeno un minor numero, e quindi eventualmente vengano sterminati, il principio della sopravvivenza non può aver nulla da fare colla conservazione del carattere in questione. Per essere conservato per selezione naturale un carattere deve avere *valore selettivo*, il che vuol dire che sia sufficiente a proteggere

la vita del suo possessore a spese degli individui che non lo possiedono.

Considerando la forza di questa questione fondamentale, dobbiamo per prima cosa chiederci quanto sia rigida l'azione di questo principio di sopravvivenza. La lotta per l'esistenza è di tal carattere che solo i meno adatti sono sterminati e che quindi i più adatti *sempre* sopravvivono?

Nessuno potrà pretendere che questo sia il caso. Le condizioni della vita sono troppo complicate per rendere possibile una sì rigida selezione. Il problema del sopravvivate dipenderà in molti casi da accidente, indipendente interamente dall'adattamento. Molte uova di pesci che galleggiano liberamente nell'acqua sono divorate da altri animali, e divorate senza criterio, senza che alcuna questione di adatto o non adatto intervenga nel problema. Una balena che nuota in una agglomerazione di piccoli molluschi, spalanca la sua enorme bocca e vi inghiotte senza scelta migliaia di individui; quindi non è questione di adatto pel sopravvivate, ma solo il caso d'essersi trovato fuori della portata dell'ampia bocca. Questa distruzione cieca succede costantemente e certamente influisce sul problema della sopravvivenza. Delle centinaia d'individui che son prodotti là dove pochi possono vivere, molti sono distrutti ciecamente, indipendentemente dal principio della sopravvivenza del più adatto, e di quelli che sono così distrutti alcuni sono senza dubbio superiori a quelli che rimangono. Questo principio di eliminazione cieca non nega affatto la forza del principio di sopravvivenza del più adatto, ma solo indica che la sua azione non è assolutamente rigida. Il più adatto non sopravvive sempre, perchè molti ne vengono distrutti. D'altra parte, il meno adatto non perisce sempre. Che un individuo viva o muoia nella lotta è in gran

parte questione di accidente. Più d'un individuo ben fornito perirà, mentre molti altri, benchè designati per caratteri decisamente sfavorevoli, continueranno a vivere ed a produrre discendenza per alcune condizioni specialmente favorevoli. Nulla parrebbe più decisamente svantaggioso di una zampa rotta, e se il principio dell'eliminazione dell'inetto fosse rigido, gli individui colle zampe rotte sarebbero rapidamente distrutti. Ma invece comunemente vediamo animali colle zampe rotte che riescono a vivere perfettamente bene. Essi hanno riparato le loro membra rotte per processi di accrescimento dell'osso, e hanno potuto continuare la loro parte nella lotta per la vita e sopravvivere alla competizione. Io ho trovato una rana colle due zampe posteriori interamente strappate, ma colle ferite cicatrizzate, e l'animale viveva senza gambe, e quindi quasi inetto al nuoto, ma insieme e in competizione con altri animali ben sviluppati. Ho pur trovato un mollusco che in gioventù aveva ricevuto una forte lacerazione, per la quale e per qualche torsione il corpo s'era protruso formando tre branchie da una parte e una dall'altra: una vera mostruosità. Tuttavia questo mollusco visse fino alla maturità e produsse uova in quantità uguale a quella di ogni altro suo congenere.

Ora questi esempi mostrano semplicemente la complessità delle condizioni che determinano la sopravvivenza. Essi indicano che questi animali furono per certi rispetti favoriti sufficientemente per controbilanciare lo svantaggio delle loro mutilazioni. Ma il fatto che si trovano tanti esempi mostra che i caratteri singoli non determinano seppure sopravvivenza od eliminazione. La questione della sopravvivenza di un individuo dipende da parecchi fattori, uno dei quali può essere l'utilità di vari organi e un altro il caso. Qual cosa parrebbe più sicura, da un punto di vista logico, di

questa che, nella intensa lotta per la vita dovuta a numerosi individui in cerca di cibo, una rana inetta al nuoto per la perdita delle zampe sarebbe stata soccombente? Anche se l'infiammazione prodotta dalla ferita non l'uccideva, sarebbe parso impossibile che l'animale si procurasse la sua parte di cibo. Infatti, una rana senza zampe sarebbe stata eliminata in tempo relativamente breve, ma la sopravvivenza di tanti individui mutilati mostra che la selezione non è così rigida da eliminare *tutti* gli individui inadatti, anche se il loro svantaggio è molto grande.

Se un carattere molto svantaggioso non riesce a produrre distruzione, deve essere ancora più vero che un carattere favorevole, che occorra in un solo individuo, ha poca probabilità di sopravvivenza. L'individuo che lo possiede deve competere col caso, coll'uccisione cieca, e colle altre condizioni che, noi abbiamo ora veduto, sono sufficienti a conservare anche un individuo colle gambe rotte. Nulla può parere più evidente che i tessuti e i muscoli della gamba sono utili per nuotare, e che furono quindi sviluppati per l'influenza preservatrice della selezione naturale. Se alcuna cosa ha valore selettivo, certo l'hanno questi caratteri. Ma, quando noi vediamo che una rana *senza zampe* può sopravvivere alla lotta per l'esistenza, è difficile evidentemente credere che singole variazioni, utili o svantaggiose, abbiano alcuna probabilità speciale di sopravvivere a spese d'altri membri della razza, in modo da sostituire eventualmente tutti gli altri. Ma solo quindi possono essere presi dalla selezione naturale e conservati.

Selezione basata su tipi medi.

Questi fatti, insieme con altri che diremo dopo, ci forzano alla conclusione che questo principio della so-

pravvivenza naturale deve agire sopra medie generali piuttosto che sopra variazioni individuali. Questa conclusione è una delle più importanti modificazioni della teoria della selezione fatta dopo Darwin. Indipendentemente da tali grandi particolarità, come le zampe rotte, ecc., si trova che gli individui di una specie hanno variazioni sopra e sotto la media. Se prendiamo un carattere qualunque, vedremo che gli individui di una specie possono per rapporto ad esso essere raggruppati attorno ad una media. Per esempio, se misuriamo la lunghezza del becco dei passeri, ne troviamo alcuni con becco lungo ed altri con becco corto. È evidente che per questo rispetto, generalmente parlando, circa metà degli uccelli avranno becchi sopra e metà sotto la media lunghezza. Ora, se fosse un vantaggio per gli uccelli avere il becco più lungo, ne conseguirebbe una tendenza per gli uccelli a becco più corto ad essere eliminati nella lotta. E mentre qualunque individuo a becco corto potrà incontrare condizioni favorevoli e sopravvivere, vi saranno sempre in generale più individui a becco corto distrutti che non individui a becco lungo. Supponiamo per esempio la lunghezza del becco rappresentata in cifre, la relazione di sette uccelli a questa legge sarebbe espressa dalle cifre seguenti:

Lunghezza del becco di sette individui prima dell'eliminazione.	{	3	Lunghezza del becco dei sopravviventi dopo l'eliminazione. Gli in- dividui rappresentati da tratti si suppongono distrutti.	{	—
		4			—
		5			5
		6			—
		7			7
		8			8
		9			—
TOTALE		42			20

Media di tutti gli individui 6 Media dei sopravviventi $6\frac{2}{3}$.

Se quindi la lunghezza media del becco dei sopravvivenenti è più grande che la media di tutti gli uccelli nati, ne consegue logicamente che la generazione successiva tenderà ad ereditare un becco la cui media è maggiore di quella dell'ultima generazione. Naturalmente quanto più grande è il numero degli individui presi in conto, e quanto più severa è l'eliminazione tanto più certo è che la lunghezza media del becco dei sopravvissuti sarà maggiore di quella degli individui nati, purchè, naturalmente, la maggior lunghezza sia realmente un vantaggio.

Possiamo quindi vedere che la sopravvivenza riguarderà più le medie generali che le variazioni individuali. Se le condizioni rimanessero costanti, le variazioni dalla media cesserebbero presto di accumularsi. La razza raggiungerebbe rapidamente un punto ove l'allontanarsi sopra o sotto la media sarebbe sfavorevole. Quando ciò avvenisse la sopravvivenza tenderebbe a mantenere l'individuo medio, e, pure essendovi qualche fluttuazione intorno a questo punto, la media rimarrebbe praticamente inalterata. Ma le condizioni non si mantengono mai costanti. Coi cambiamenti del clima, coi movimenti della superficie terrestre, colla migrazione di animali e di piante, l'ambiente subisce sempre delle modificazioni, e col cambiare delle condizioni ne segue che il carattere medio che è bene adatto alle condizioni di quest'anno, può non essere più adatto l'anno venturo. Se ciò accade, il carattere medio tenderà a spostarsi e la razza cambierà una volta di più per selezione dei migliori individui medi. Un cambiamento nelle condizioni influirà quindi molto sulla questione di quali individui sopravviveranno. La media di sopravvivenza sarà sempre variante. Una nuova serie di condizioni può rendere più adatti alla lotta quegli individui che si allontanarono di più dalla media. Così,

col cambiar dell'ambiente cambierà il tipo, e solo finchè rimangono costanti le condizioni rimarrà inalterato il tipo. Ma se l'ambiente rimarrà costante il tipo rimarrà inalterato indefinitamente, come fu il caso di certi tipi d'animali che vivono in condizioni eccezionalmente invariabili, e rimasero inalterati fin dai primi periodi geologici. Di alcuni tipi possiamo aspettarci che varino lentamente e di altri rapidamente. Ma in ogni caso sarà sempre per la sopravvivenza di medie piuttosto che di caratteri individuali. Le variazioni individuali contano poco, le variazioni sopra e sotto la media contano molto. La razza si sviluppa per masse più che per deviazioni individuali.

Utilità.

L'essenza del principio della sopravvivenza del più atto è l'utilità. La selezione artificiale è sostituita dalla sopravvivenza della maggior parte di quegli animali che hanno i caratteri più utili. Questo principio è ben calcolato per dar ragione dell'origine degli adattamenti. Il fatto che differenti organi sono così bene adattati al loro scopo che sono come macchine delicate colle parti combinate l'una coll'altra, fu il grande mistero dei fenomeni viventi che parve esigere una spiegazione fuori delle forze naturali. Il principio della sopravvivenza del più adatto sembra risolvere il problema mostrando come questi adattamenti furono prodotti per lento accrescimento, per gradi utili successivamente conservati di generazione in generazione e aggiunti al tutto. Il problema dell'origine degli adattamenti fu la grande ricerca, dopo che Darwin ebbe indicato il metodo. Noi possiamo ora vedere come

questo principio possa fornire una spiegazione di tutti i caratteri utili, ammettendo per un momento l'apparizione di variazioni utili da essere scelte.

Ma che cosa avviene dei caratteri che non hanno utilità? È un bel risultato aver trovato il metodo di produzione degli adattamenti, ma se gli animali hanno dei caratteri che *non* sono utili, la selezione naturale non li spiega. La selezione naturale può sviluppare solo organi utili. Il vero problema che i nostri naturalisti tentano di risolvere è quindi non solo l'origine degli *adattamenti*, ma anche l'origine delle *specie*. Ora mentre molti dei caratteri e degli organi degli animali e delle piante hanno un'utilità per l'individuo, ve ne sono altri che sembrano essere inutili. Studiando gli animali e le piante si trova che le specie differiscono fra loro per certi caratteri definiti. Queste particolarità distintive per le specie sono chiamate *caratteri specifici*, e d'ora innanzi useremo questo termine in questo senso. La spiegazione dell'origine delle specie deve quindi dar ragione dell'origine dei caratteri specifici. Ora i caratteri specifici in natura sono spesso futili. Ciò fu già da lungo tempo riconosciuto da Darwin, il quale vide che i caratteri che distinguono le specie sono soventi così lievi da essere apparentemente inutili. Ma se noi dobbiamo spiegare l'origine delle specie, dobbiamo anche saper spiegare questi futili caratteri al pari dei più importanti. Se questi caratteri *non* servono ai loro possessori, allora il principio della sopravvivenza del più adatto non ne può dar ragione.

Il fatto che le specie sono così comunemente separate da caratteri che sembrano essere assolutamente inutili ha spinto alcuni dei nostri più acuti naturalisti a sostenere che la sopravvivenza del più adatto non spiega l'origine delle specie, ma spiega solo l'ori-

gine degli adattamenti. In ogni caso è chiaro che il problema della utilità dei caratteri specifici è fondamentale per la discussione del principio di sopravvivenza.

Qui giungiamo alla prima biforcazione delle vie seguite dagli scienziati delle differenti scuole. Da una parte troviamo quelli che sono così completamente convinti dell'universalità del principio della selezione naturale da sostenere che tutti i caratteri specifici sono utili, per quanto possano parere inutili. È chiaro che essi sono condotti a questa credenza nell'utilità di tutti i caratteri non dall'osservazione, ma semplicemente dalla loro credenza nella sufficienza della legge della selezione naturale. Essi ci dicono che ancora troppo poco sappiamo della vita degli organismi per essere autorizzati a dire che un dato carattere non è utile, e che il sostenere che qualsiasi cosa, per quanto futile, sia inutile, è semplicemente confessare la nostra ignoranza.

Qui dobbiamo riconoscere che parecchi organi apparentemente inutili si trovarono avere un'utilità appena le abitudini degli animali furono meglio comprese. Certamente l'utilità apparve più grande e più diffusa di quanto si credesse possibile un quarto di secolo fa. I seguaci di Darwin hanno dedicata molta attenzione a questo argomento. Essi hanno messo in luce molte serie di utilità non pensate; hanno considerato numerosissimi casi di caratteri apparentemente inutili e con un poco d'immaginazione hanno suggerito qualche uso a cui potrebbero essere adattati. Chi legge le opere recenti di Wallace, il più eminente difensore di questa scuola, non potrà a meno di essere impressionato dal fatto che l'utilità è più largamente applicabile, come spiegazione di caratteri apparentemente futili, di quanto si credesse possibile. L'idea

sostenuta da questo autore è la seguente: che, poichè la selezione naturale è una forza che tutti ammettono, mentre le altre sono ancora discusse, e poichè molti organi che parevano privi di uso furono dimostrati utili, è perfettamente legittimo sostenere che, quando li comprenderemo, troveremo che tutti i caratteri hanno valore, e che nello sviluppo di tutti funzionò il principio della sopravvivenza del più atto. Se ciò fosse vero, la sopravvivenza del più adatto spiegherebbe l'origine delle specie come quella degli adattamenti, poichè *tutti* i caratteri specifici sarebbero in realtà adattamenti.

Ma d'altra parte molti naturalisti pensano che vi sono caratteri specifici pei quali non solo non possiamo trovare alcuna utilità, ma che anzi possiamo dimostrare inutili. Alcuni esempi chiariranno meglio la questione. Alcuni insetti si distinguono da altri secondo che possiedono una o due setole sulla testa. Questo è un carattere che sembra costante, e che deve perciò essere spiegato da ogni teoria completa dell'origine delle specie. Possiamo noi immaginarci che la questione di avere un pelo o due abbia mai avuto valore selettivo? Ma se questo carattere s'è sviluppato per selezione naturale esso dev'essere stato in qualche momento questione di vita o di morte. Di più, fra i molluschi, la conchiglia di solito si torce in un senso solo per la stessa specie, facendo quindi della direzione di torsione della spira un carattere specifico. Ma questo non ha affatto valore selettivo, poichè spesso si trovano cogli altri individui alcuni che hanno la conchiglia torta in senso opposto. Ancora, i cavalli hanno piccole callosità cornee sulle zampe. Nessuno ha saputo suggerire alcuna possibile utilità di detti calli, pur tuttavia essi si trovano sulle zampe di tutte le specie della famiglia dei cavalli. Ma il fatto più

curioso è che mentre il cavallo li ha su tutte le quattro zampe, l'asino li ha su due soltanto.

Ora, se l'utilità è universale, si dovrebbe sostenere non solo che la presenza delle quattro callosità ebbe valore selettivo, cosa estremamente difficile ad ammettere, ma anche che la presenza di due callosità invece di quattro ebbe valore selettivo per l'asino. E qui ci avviciniamo all'assurdo. Ancora, vi sono molluschi caratterizzati da disegni e segni speciali della conchiglia, che sono abbastanza costanti per essere caratteri specifici, e quindi devono essere compresi da una spiegazione dell'origine delle specie. Ma questi caratteri non hanno alcun valore dimostrabile, poichè durante la vita dell'animale sono ricoperti dalla pelle e quindi invisibili. Anche parecchi uccelli si distinguono per leggiere differenze nel colore che caratterizzano le specie. Queste differenze potrebbero essere riguardate utili come segni protettivi o di riconoscimento. Ma in certi casi questi segni di colorazione sono interamente coperti da altre penne, e non possono quindi essere di alcuna utilità perchè invisibili. Non è possibile ad alcuno, che non abbia un preconcetto deliberato di accettare la sufficienza assoluta della selezione naturale, di credere che vi sia un'utilità nelle lievissime differenze di forma delle foglie delle piante, nelle caratteristiche microscopiche dei peli di specie differenti di mammiferi, nell'esatto numero delle penne della coda degli uccelli, nella distribuzione particolare delle nervature dell'ala di una farfalla, nella striatura microscopica delle scagliette delle sue ali, o in numerosissimi altri caratteri ugualmente futili. Quando ricordiamo che il principio di selezione ci forzerebbe ad ammettere che tutti questi caratteri hanno un valore sufficiente per proteggere i possessori a spese d'altri individui che non li posseggono, è evi-

dente che lo scompiglio gettato nel principio di selezione diviene assai grande. Quando finalmente giungiamo ai caratteri di natura specifica connessi alle caratteristiche di colorazione invisibili quando l'animale vive, non vi è apparentemente altra via d'uscita che di concludere che il principio di selezione per utilità non spiega tutto.

Che cosa si intende per " valore selettivo " .

Quale dev'essere l'utilità di un carattere perchè abbia un valore selettivo? A tale questione è impossibile rispondere. La conservazione di un particolare carattere non è una questione isolata. Non si conservano singoli caratteri, ma una combinazione di molti caratteri insieme. Quello che sopravvive è l'animale che offre le migliori combinazioni di caratteri. Esso può anche averne alcuni dannosi, purchè quelli utili predominino. Il cosiddetto sonaglio del serpente a sonaglio fu certo in qualche tempo di svantaggio pel serpe, e causò la morte di centinaia di migliaia d'individui. È senza dubbio possibile dimostrare, come fece Darwin, che fu anche utile all'animale. Ma come possiamo noi decidere se l'uso o lo svantaggio sia maggiore, se non colla conclusione teorica che dev'essere in complesso utile, perchè altrimenti sarebbe stato eliminato? L'intero studio dell'utilità si risolve sicuramente in un circolo vizioso non soddisfacente, presso a poco come questo: La sopravvivenza del più adatto è una legge. Se un organo non fosse utile non sarebbe stato sviluppato per selezione naturale. Quindi tutti gli organi e tutti i caratteri devono essere utili. Siccome in questo problema nessuno può provare una

negativa, questa tesi non può essere respinta, ma certo non è molto soddisfacente.

Ma, con tutta questa critica dell'utilità, dobbiamo riconoscere che l'azione della utilità come determinatrice della sopravvivenza va divenendo sempre più significativa col procedere della discussione. Abbiamo già veduto che tutti i caratteri che possono essere influenzati dal principio della sopravvivenza devono avere valore selettivo, cioè devono influire in una questione di vita e di morte. Ma questa domanda diviene meno forte quando vediamo che la selezione naturale opera sopra medie generali più che su individui. Quelli che vedono nella selezione un così grande fattore sostengono che ogni carattere ha valore selettivo, se ha *un valore qualunque*. Se un carattere servisse anche solo a dare un poco più di comodità a chi lo possiede, essi dicono che esso potrà eventualmente essere assoggettato al principio di sopravvivenza a spese di animali non favoriti. La sostituzione di nuovi tipi ai vecchi non è questione di una sola, ma di molte generazioni. In una storia così lunga vi devono essere innumerevoli condizioni nelle quali un qualunque carattere, anche minimo, può essere stato abbastanza utile per dare ai suoi possessori un vantaggio sopra gli altri individui. Non è necessario credere che un carattere debba conservare chi lo possiede, mentre *tutti* gl'individui non favoriti debbano perire, per ammettere che il carattere abbia un valore selettivo. Considerando che l'origine delle specie è storia che si estende per migliaia di anni e per innumerevoli generazioni, anche le piccole cose conteranno nel lungo corso.

Se un animale ha un piccolo vantaggio sopra un altro che gli dia semplicemente più comodità e gli permetta di procurarsi il cibo con meno fatica, questo

animale conterà permanentemente nella lotta, poichè un tale individuo avrà maggiore energia da mettere nell'opera riproduttiva, e lascerà quindi un maggior numero di discendenti. L'altro individuo non favorito potrà anche non essere distrutto senza lasciare discendenti, ma ne lascerà semplicemente meno. In questa lotta per la permanenza gl'individui che hanno il massimo numero di discendenti, le altre cose rimanendo uguali, prenderanno inevitabilmente la preminenza, e gli altri col tempo scompariranno.

Un esempio chiarirà ciò. Una differenza di un pollice o due nella lunghezza della coda di una vacca sembra cosa troppo piccola per fondarvi sopra il principio della selezione. Si può immaginare che l'allungamento della coda per un paio di pollici possa avere valore selettivo? Possiamo noi credere che questi due pollici faranno vivere la vacca e le assicureranno discendenti, mentre gl'individui a coda breve dovranno morire? Solo così, tuttavia, possiamo noi ammettere che la coda si sia sviluppata per selezione naturale. Ora questo esempio, che pare essere un caso estremo di piccola utilità, ci può dimostrare come sia possibile, sul principio della selezione delle medie, di concepire che caratteri di poco uso *possano* essere conservati per selezione naturale. Non è necessario supporre che gl'individui a lunga coda siano conservati per causa di questo paio di pollici in più a spese degli individui a coda più breve, perchè questo carattere cada nell'orbita della selezione naturale. Se gli animali sono disturbati da una invasione d'insetti, è certo conveniente per essi l'avere una coda abbastanza lunga per scacciare le mosche, e una coda lunga, entro certi limiti, sarà più conveniente di una coda corta. Non è probabile che ciò conservi la vita di un solo individuo, ma però gli animali a coda più lunga saranno meno

irritati dagli insetti che quelli a coda più breve. Ora, benchè ciò non influisca sulla questione di vita o di morte, un'irritazione nervosa avrà certo un'azione sulla potenza riproduttiva. Un animale che è continuamente perseguitato dagli insetti avrà meno energia nervosa da dedicare alla riproduzione, e quindi questo animale sarà probabilmente meno prolifico di un altro meno irritato. Da ciò seguirebbe che la metà degli animali colla coda un poco più lunga della media lascierà certamente un numero alquanto maggiore di discendenti che la metà degli animali con code inferiori alla media. Ma un leggero accrescimento di fecondità di questo genere farebbe, nel corso di poche generazioni, crescere sempre più il numero degli animali a coda lunga, finchè giungerebbero a sostituire gli altri.

Quindi si sostiene che qualunque carattere che ha anche il più leggero valore avrà, col tempo, influenza sulla razza e sarà conservato pel principio della sopravvivenza del più adatto. Gli animali e le piante stanno continuamente sulla difensiva contro innumeri influenze ostili, e la battaglia termina solo colla morte. Anzi la battaglia non cessa neppure colla morte, ma è ripresa dalla generazione seguente, e benchè la sua violenza possa variare, la lotta non cessa mai. In questa lunga gara tutto ciò che può dare all'animale maggior comodità gli darà anche più vigore e sarà un fattore decisivo nel determinare la produttività. La pretesa che un carattere per avere valore selettivo debba avere abbastanza uso per conservare il suo possessore mentre gli altri individui muoiono, conduce all'errore. Se questo vantaggio è sufficiente a mettere un animale in grado di procacciarsi il cibo con un po' più di agio o di sfuggire con minore fatica ai suoi nemici, o d'essere meno irritato nella lotta per la vita,

esso metterà l'individuo in grado di produrre un maggior numero di discendenti, e questi discendenti, ereditando i caratteri dei genitori, produrranno per conseguenza anch'essi una maggior prole.

Il numero conterà e nel corso del tempo i discendenti degli individui con potenza riproduttiva leggermente accresciuta sostituiranno gl'individui meno produttivi, e per tal modo un carattere anche di minima utilità può essere conservato dalla sopravvivenza del più adatto. A lungo andare gli animali presentanti questi caratteri di minima utilità saranno i sopravvissuti, anche se quei caratteri saranno insufficienti a determinare la morte degl'individui non favoriti. La estinzione di linee di discendenza avviene assai più frequentemente di quanto ci immaginiamo. Anche fra gli uomini, ove la lotta per l'esistenza è minima, la statistica mostra che delle famiglie vanno continuamente estinguendosi. È naturalmente impossibile la determinazione esatta dei fattori che producono lo sterminio di tante famiglie, ma il fatto appare evidente a chiunque si guardi intorno, e lo studio della genealogia di piccole comunità mostra che realmente solo un numero relativamente piccolo di linee di discendenza, o stirpi, riesce a perpetuarsi indefinitamente. Ora, se ciò è vero per l'umanità, ove la lotta è minima, molto più vero dev'essere fra gli animali, ove la lotta è assai più severa; e, se intere stirpi vengono eliminate continuamente, è chiaro che piccoli fattori possono esserne le cause determinanti.

Ma dopo tutto, questo estendersi della lotta sopra molte generazioni non influisce sulla conclusione che il valore di un carattere deve consistere nella sua influenza sull'individuo in un tempo definito. Se il carattere in questione deve essere conservato per sopravvivenza, dev'essere d'importanza vitale per l'*individuo*, altri-

menti non ha influenza sopra la razza. Si afferma talora che la selezione naturale è diretta verso la specie e non verso l'individuo, poichè l'individuo viene sacrificato pel beneficio della specie. Ciò è indubbiamente vero se il bene dell'individuo è in opposizione col bene della specie. In alcuni casi un organismo usa tutte le sue energie nel processo riproduttivo, e muore subito dopo. In tal caso l'individuo viene chiaramente sacrificato pel bene della specie. Ma questo sacrificio avviene al termine di una vita attiva, e l'individuo deve sopravvivere alla lotta finchè venga il tempo della riproduzione. In questa prima parte della vita la selezione naturale dev'essere diretta verso la conservazione dell'individuo, anche se poi dev'essere sacrificato. Fra gli animali più elevati il periodo riproduttivo si estende per un tempo lungo, e quindi gl'individui che vivono di più produrranno il maggior numero di prole, e saranno i più adatti a perpetuare la razza. Il principio della sopravvivenza conserverà quindi i discendenti degli animali a vita più lunga. Estendendo la lotta a molte generazioni non cambierà il fatto che il carattere utile per essere conservato deve agire per conservare gl'individui o accrescere il numero dei discendenti. Se quindi la vacca a coda breve produce meno prole che la sua sorella a coda lunga, ciò sarà perchè non vive ugualmente a lungo o perchè non riesce a riprodursi in qualche stagione. Noi siamo quindi ancora forzati a sostenere che l'aggiunta di quel pollice in più nella lunghezza della coda ebbe in qualche tempo a decidere della questione di vita o di morte, o ha determinato se dovesse o non nascere un vitello. Per mettere la questione in altre parole, dobbiamo dire che se la lunghezza media della coda è di due piedi e sei pollici, quegli individui che hanno la coda lunga due piedi e sette pollici avranno

tale vantaggio sopra quelli con coda lunga due piedi e cinque pollici da lasciare maggior prole. Ciò deve significare sia che essi vivranno più a lungo, sia che essi saranno più fecondi nella loro vita. Se è un fatto che essi vivono più a lungo, allora siamo forzati a dire che il possesso di una coda più breve ha realmente causata la morte degl'individui meno favoriti. Se significa invece una maggior fecondità, dobbiamo concludere che il pollice in più ha prodotto un accrescimento nel numero dei discendenti. Entrambe queste conclusioni sono alquanto difficili ad accettarsi.

Su tale soggetto dell'utilità vi sono quindi ancora opinioni differenti. Gli uni argomentano che ogni vantaggio, anche piccolo, anche se esso semplicemente dà al suo possessore un poco più di comodità e di agio, sarà alla fine fissato dalla selezione naturale. Gli altri sostengono che è troppo per la nostra credulità il pretendere che un vantaggio estremamente piccolo può divenire oggetto di sopravvivenza a spesa degli altri individui non favoriti, anche estendendo la lotta per centinaia di generazioni. Gli animali senza quel vantaggio possono procacciarsi il cibo e lasciare discendenti, ed è una pura supposizione che ne lascino meno. Il principio della sopravvivenza del più adatto, come spiegazione dei caratteri, richiede che in qualche momento della storia della razza il possesso del carattere sia stato di *valore sufficiente ad aver prodotto la sopravvivenza della stirpe d'animali che lo possedeva e l'esterminio finale della stirpe d'animali privi di quel carattere*. Le probabilità contrarie a questo risultato nel caso di molti caratteri di dubbia utilità appaiono grandissime.

Ma è però bello notare che, quanto più si studia questa questione della sopravvivenza, tanto più appare che caratteri minuti possono avere una parte nel

processo. La lotta è in certi tempi così severa, che la vita e la morte possono pendere da un filo. In condizioni ordinarie queste piccole cose non contano, ma quando vengono i tempi critici ogni cosa influisce sul risultato. Nessuno avrebbe immaginato che la sopravvivenza dei passeri da una grande bufera invernale sarebbe stata determinata da fattori quali minute differenze nella lunghezza delle ali, delle zampe, ecc.; differenze che ammontano ad una piccolissima frazione di un pollice. Ma tale è invece il caso. Il progredire dell'osservazione, in altre parole, indebolisce assai la forza della pretesa che tutti i caratteri debbano avere valore selettivo per essere conservati dalla selezione naturale; ma al contrario tende a mostrare, benchè non in modo completamente soddisfacente, che ogni carattere può avere a suo tempo valore selettivo, e quindi essere conservato dalla selezione naturale.

Correlazione.

Resta la conclusione, fuor di questione, che tutti i caratteri che devono essere conservati dalla selezione naturale devono essere utili. La selezione naturale può solo dirigere verso la utilità, e, nonostante la considerazione fatta nell'ultimo paragrafo, vi sono molti caratteri negli animali e nelle piante che sembrano assolutamente inutili. Come mezzo per evitare la difficoltà che nasce qui, si diede grande importanza alla cosiddetta *correlazione*. Quanto più vengono studiati gli organismi tanto più evidente appare che l'intero organismo ha le sue parti così intimamente connesse che la modificazione di una parte implica la modificazione di un'altra. Un carattere varia raramente da

solo, ma di solito è associato ad altre variazioni. Variazioni del pelo di solito s'associano a variazioni nei denti. Maggior numero di penne nella coda dei piccioni si associano ad un maggior numero di vertebre caudali. Se crescono le dimensioni delle zampe negli uccelli, di solito cresce anche il becco.

I cani bianchi vanno soggetti a malattie e le gal-line bianche a lacerazioni. Questi esempi chiariscono ciò che si intende per variazioni correlative. Di rado possiamo vedere una connessione fra i caratteri che sembrano così variare insieme. Nessuno può dire perchè il becco e le zampe debbano crescere insieme, ma la esistenza di queste correlazioni è positiva.

Ora usando abilmente del principio di correlazione, parecchie delle difficoltà nate dal problema dell'utilità possono essere tolte. Se in un animale si trova un certo carattere che manifestamente è inutile e non possiamo spiegarlo nel campo dell'utilità, basta dire che esso è in correlazione con quel carattere che è utile, e la difficoltà scompare.

Se alcuni uccelli hanno certi colori nascosti che sono caratteri distintivi della specie, non possiamo invero dirli utili, ma possiamo dire che queste penne colorate sono in relazione con altri colori delle penne visibili, e che la correlazione è tale che, quando appaiono i colori visibili, anche le penne non visibili acquistano colore.

Ma i colori visibili possono proteggere l'uccello dalla distruzione, e quindi, quando essi sono conservati dalla selezione naturale, saranno anche conservati i colori invisibili. E questi vengono conservati non per la loro utilità, ma per l'utilità di altri caratteri coi quali sono associati.

Naturalmente, se noi usiamo di questo principio liberamente per spiegare caratteri che appaiono inutili,

toglieremo tutte le difficoltà che s'aggruppano intorno alla questione dell'utilità. Ma questo metodo è assai poco soddisfacente. Senza alcun dubbio l'organismo intero è così legato in un tutto in così intime relazioni che una parte non può essere modificata senza influire su altre parti, ma noi sappiamo poco o nulla su questo punto oscuro. È poco soddisfacente spiegare un argomento oscuro facendo uso di un altro ugualmente o ancora più oscuro. Se lo studio può mostrarci alcune leggi definite, se l'osservazione ci può dire quali generi di caratteri siano indissolubilmente collegati insieme, se collo studio della variazione potremo trovare ove sia legittima ed ove non l'applicazione di questo principio, allora troveremo nella correlazione un aiuto per la soluzione del problema. Nessuno mette in dubbio che tale correlazione esista e che quando la comprenderemo meglio essa illuminerà molti punti oscuri. Ma è interamente inadeguato ricorrere a questa soluzione di tutte le difficoltà che s'incontrano nel problema della utilità. Prima che si possa far calcolo sulla correlazione per sciogliere le difficoltà, è necessario sapere qualche cosa di più intorno ad essa, e non aver solo l'idea vaga che tale legge esiste. È necessario sapere per osservazione qualche cosa intorno alle variazioni ed alla loro correlazione, e tale conoscenza ancora non esiste oggidi.

Il problema della variazione.

La sopravvivenza non spiega nulla se non è accompagnata da qualche cosa di più positivo. La selezione naturale non può agire se non v'è qualche cosa da scegliere. Il più adatto non può sopravvivere finché

non appare il più adatto. Come scrisse un autore, il fatto che le caldaie deboli esplodono non spiega l'esistenza di caldaie forti. Finchè una variazione favorevole non s'è prodotta, non può essere naturalmente conservata per sopravvivenza.

Quindi il problema della origine delle variazioni e della loro natura precede quella della loro sopravvivenza.

La sopravvivenza può spiegare la conservazione di animali che hanno variazioni favorevoli e può spiegare anche l'accumularsi di queste variazioni una generazione dopo l'altra, finchè strutture complesse ne risultano, ma purchè appaiano le vere variazioni favorevoli. Ma la sopravvivenza del più adatto non spiega per nulla la origine delle variazioni. Quindi ci si affaccia la domanda dell'*origine* delle variazioni prima di quella della loro *sopravvivenza*.

Il peso di questa richiesta di qualche cosa di precedente alla legge di sopravvivenza come spiegazione reale dell'evoluzione, ha agito sui vari scienziati con forza differente. Per alcuni fu una domanda così importante da viziare l'intera teoria della sopravvivenza del più adatto e da toglierle interamente il valore di *causa* dell'origine delle specie. La sopravvivenza, essi dicono, non produce nulla; essa elimina soltanto gli esemplari più miseri che sono prodotti da altre forze fondamentali. Essa può avere influenza nel determinare il corso della evoluzione, ma non spiega l'origine di alcuna cosa. Questi scienziati affermano che il vero problema non è la *sopravvivenza*, ma l'*origine* del più adatto, e che, fino a tanto che non troviamo le leggi per le quali appaiono le nuove variazioni, non abbiamo fatto che un piccolo o nullo progresso verso la questione dell'origine delle specie. L'importanza di questa scuola è manifesta.

Dall'altra parte per certi altri scienziati questa critica appare di poco peso. Essi sostengono che variazioni d'ogni genere avvengono. Queste variazioni non sono adattative e non si riferiscono ad uno scopo particolare; il termine diversità serve meglio di variazione ad esprimere la loro natura. Esse sono indefinite ed avvengono in ogni direzione. Sono queste variazioni che producono, come già notammo, gli spostamenti sopra o sotto la media. Esse sono "casuali", "fortuite", e non richiedono alcuna spiegazione speciale più di quello che ne richieda la forma di una pietra che incontriamo. Se andiamo in una cava e prendiamo un pezzo di pietra non abbiamo alcun dubbio che la forma del frammento è spiegata dall'azione di forze speciali che rupero in pezzi una pietra più grossa di cui quella è un frammento.

La sua forma è senza dubbio dovuta a leggi speciali, ma per quanto riguarda qualsiasi scopo speciale pel quale vogliamo adoperare la pietra, la forma è puramente accidentale, e nessuno ritiene necessario di chiedere una spiegazione di tali pezzi irregolari di pietre.

Così possiamo considerare le variazioni organiche. Esse sono fortuite, e mentre ciascuna indubbiamente ha le sue cause definite, esse sono, per quanto riguarda lo scopo, puramente accidentali. Tali variazioni miste non richiedono maggior spiegazione che la forma di un pezzo di pietra. Gli animali sono certamente diversi dai loro progenitori. Le gambe del figlio devono essere un poco più lunghe od un poco più corte che quelle dei suoi genitori. Ora la teoria della selezione naturale ci mostra come la semplice sopravvivenza di tali variazioni accidentali dirige il corso dell'evoluzione per vie definite. La causa reale dell'evoluzione è quindi la legge che determina la so-

pravvivenza delle varietà e non le forze che producono queste variazioni accidentali. Se troviamo un muro costruito con pietre gregge naturali, le une grosse, le altre piccole, diremo che la forza che ha costruito il muro fu l'uomo che scelse le pietre e le pose in opera, e non le forze della natura che ruppero la roccia originale in frammenti.

Potremmo continuare in questo esempio, e ciò spiegherebbe la differenza fra i due metodi di considerare la selezione naturale. Se noi andiamo in una cava e vi troviamo una pietra che sia un cubo perfetto od una sfera od abbia qualche altra forma ben definita, tosto ci chiederemo la causa di quella forma particolare. Le forze cieche della natura producono forme irregolari, non cubi o sfere. E se troviamo molte pietre di forma definita e formate in modo da adattarsi ad un piano, conchiudiamo subito che esse furono foggiate da altre forze diverse da quelle cieche di natura. Se poi queste pietre vengono raggruppate in un monumento vi è ugual bisogno di spiegare in qual modo le pietre acquistarono la loro forma definitiva, come di spiegarsi come furono poste insieme per formare il monumento. Allo stesso modo se troviamo che le variazioni negli organismi avvengono secondo direzioni definite e completamente adatte ad un distinto scopo, saremo forzati a chiederci una spiegazione diversa da quella del *caso*. Se sono irregolari, indefinite e se avvengono in ogni direzione saranno come le pietre greggie della cava, ma se avvengono in direzioni definite saranno allora paragonabili alle pietre lavorate destinate al monumento. Qui dunque v'è il vero punto di differenza sul valore della legge della sopravvivenza del più adatto come spiegazione dell'evoluzione. Dall'una parte si afferma che le variazioni avvengono costantemente da tutti i lati e in ogni direzione. Cia-

scuna di esse ha senza dubbio la sua causa, ma esse non hanno relazione collo scopo a cui le fa servire più tardi la selezione naturale. Esse sono casuali e la sopravvivenza di queste variazioni casuali determina la linea della evoluzione. La sopravvivenza è la forza reale che spiega la origine delle specie, come il costruttore che sceglie pietre greggie è la vera forza nella costruzione.

Dall'altra parte si dice che le variazioni non sono semplicemente fortuite, che variazioni simili avvengono in molti individui al tempo stesso, che esse si verificano in direzioni determinate e forse hanno qualche relazione collo scopo a cui sono successivamente adattate.

Se così avviene, esse sono le pietre lavorate e il primo problema deve essere la spiegazione di queste variazioni; la loro sopravvivenza è secondaria.

Quale di queste due opinioni corrisponde ai fatti di natura? Evidentemente a tale domanda si deve rispondere collo studio della variazione. Ma prima di accingersi a ciò sarà bene riassumere i fatti relativi alla teoria dell'evoluzione fino a questo punto.

Riassunto.

Il problema dell'evoluzione deve evidentemente essere risolto collo studio dei cinque anelli che Darwin legò in una teoria, poichè questi comprendono quasi tutti i fenomeni della vita. Questi cinque punti molto furono studiati nell'ultimo quarto di secolo. Il primo, la riproduzione sovrabbondante, rimane quale fu concepito da Darwin. Il secondo, la lotta per l'esistenza, è stato messo ancora in maggior luce. L'intensità della

lotta si affacciò forzatamente alla nostra attenzione pei risultati straordinari che avvengono quando essa è temporaneamente arrestata, ed oggi, meglio che nel passato, ne comprendiamo la costanza. Ma questa questione è tanto mal compresa che la lotta per l'esistenza viene applicata all'umanità con un significato interamente differente da quello scientifico. L'umanità, come abbiamo veduto, non ha ancora oltrepassato i limiti dell'esistenza e finchè non giunga quel tempo non potrà provare la lotta per l'esistenza che è la sorte degli animali inferiori. La lotta dell'umanità è specialmente contro i suoi nemici microscopici, e l'uso della frase lotta per l'esistenza in rapporto alla contesa dell'uomo contro l'uomo pei beni della vita, è interamente antiscientifica ed ha portato a conclusioni erronee.

La forza del terzo punto, la sopravvivenza del più adatto, deriva dagli effetti noti della selezione fra gli animali domestici. Colla selezione artificiale l'allevatore può produrre cambiamenti profondi negli animali e nelle piante sopra i quali esperimenta. Se si potesse trovare in natura una forza selettiva simile si comprenderebbe la modificazione delle specie. Questa forza selettiva si trova nel fatto che gli individui coi caratteri più utili sopravviveranno, cioè saranno scelti ad essere gli antenati delle generazioni successive. Ma appare tuttavia che questa legge non sceglie il migliore, ma semplicemente rigetta il peggiore. Quindi, perchè un carattere possa essere scelto per questo principio, esso deve dare al suo possessore un vantaggio che o ne preserverà la vita nelle crisi quando gli individui non favoriti periranno, o lo metterà in grado di lasciare maggior numero di discendenti e quindi di sterminare eventualmente i suoi competitori non favoriti. Deve aver valore selettivo. Chiedendoci poi che cosa si intende per valore selettivo, apprendemmo prima che

questa selezione non è sempre rigida, e che anche gli animali con variazioni assai favorevoli possono venire sterminati da una distruzione cieca. Abbiamo quindi concluso che le variazioni singole contano raramente e che l'evoluzione avanza per medie più che per caratteri individuali. Abbiamo però anche appreso che non è necessario che un carattere sia di grande uso perchè cada nell'orbita di questa legge, purchè sia tale da variare intorno ad una media. In queste condizioni esso può mettere il possessore in grado di produrre maggior prole se soltanto gli dà maggior comodità. Ma d'altra parte risultò che vi sono molti caratteri che sembrano essere assolutamente inutili e alcuni che lo sono di fatto. Tali caratteri non sono spiegabili col principio della selezione naturale, se non invocando la oscura legge della correlazione. Sulla questione della utilità le opinioni sono perciò ancora differenti. Alcuni sostengono che tutti i caratteri sono utili perchè devono essere stati prodotti dalla selezione naturale, e altri invece dicono che non devono essere stati prodotti dalla selezione naturale perchè non sono utili.

Infine abbiamo veduto che la selezione non può agire finchè non vi sono variazioni da scegliere. Se queste variazioni sono casuali, noi possiamo considerare la selezione come la forza-guida della evoluzione. Ma esse avvengono in direzioni definite o sono adatte fin dal principio allo scopo per cui servono, allora la forza primaria dell'evoluzione è ciò che ha prodotto le variazioni.

Intraprenderemo ora lo studio delle variazioni.





CAPITOLO IV.

Variazione.

Se gli animali e le piante producessero dei discendenti senza variazione l'evoluzione sarebbe naturalmente impossibile. Le variazioni sono le pietre colle quali viene eretta la costruzione che noi chiamiamo animale o pianta, così meravigliosamente adattata alle sue condizioni. È di grande importanza il sapere donde vennero queste pietre e se esse erano già formate per la costruzione prima di essere fissate dalla selezione, o se erano pietre greggie, di forma non definita, apparendo poi la forma nella costruzione solo quando le pietre furono poste in opera. Secondo la prima idea le variazioni si dicono *determinate*, poichè la direzione delle variazioni sembra determinata da qualche legge. Se tale è il caso, il fattore reale dell'evoluzione non è il fattore della sopravvivenza, ma quello che determina il carattere delle variazioni. Ma se le variazioni sono puramente fortuite, allora il fattore determinante dell'evoluzione è la forza che sceglie le variazioni che devono sopravvivere ed essere trasmesse alle generazioni future. In altre parole, la differenza più profonda è se la forza direttiva stia

in qualche cosa che produce le variazioni o solo nella legge che le conserva. È necessario riconoscere questa differenza di concetto per comprendere come alcuni scienziati possano sostenere che la selezione naturale è una causa sufficiente per l'origine delle specie, mentre altri negano che sia una causa. Tutta la questione sta nel problema della variazione. Da una parte si sostiene che la selezione di indefinite minute variazioni è sufficiente a spiegare l'evoluzione, dall'altra parte si sostiene che è necessario trovare qualche altra forza più fondamentale che possa spiegare perchè queste variazioni avvengano lungo certe speciali linee dove sono necessarie.

Nello studio della variazione vi sono tre problemi fondamentali da risolvere: 1° La natura delle variazioni; 2° Se le variazioni sono determinate o fortuite; 3° L'origine o la causa delle variazioni.

Darwin studiò in modo sistematico l'argomento della variazione, ma dopo la sua *Variazione degli animali e delle piante allo stato domestico* ci vollero circa trenta anni prima che fosse fatto un secondo tentativo importante per investigare questo importante argomento. In anni recenti l'argomento ha acquistato un aspetto interamente nuovo pel mutamento di idee prodotto dalle teorie di Weismann, alle quali accenneremo nei capitoli seguenti. I due argomenti della variazione e dell'eredità sono così intimamente connessi l'uno coll'altro che è appena possibile di separarli. Evidentemente se una variazione non è trasmessa alla posterità per eredità, non può avere influenza permanente sull'evoluzione. Questo argomento deve essere considerato nel prossimo capitolo, perchè questo è dedicato ad alcuni dei problemi generali della variazione indipendenti dalla questione dell'eredità.

Natura delle Variazioni. Abbondanza.

È un fatto patente che le variazioni avvengono in abbondanza. A Darwin va certamente attribuito il merito di aver rivolto l'attenzione al fatto che l'organismo è plastico. Prima che egli avesse messo in luce il significato delle variazioni, l'attenzione dei naturalisti era specialmente rivolta all'adesione al tipo più che alla divergenza da esso. Finchè i naturalisti diedero la caccia alla specie il soggetto della variazione fu in gran parte ignorato, ma appena l'importanza delle variazioni dal normale fu riconosciuta le scoperte si seguirono rapidamente. Darwin e i suoi immediati successori, come era naturale, studiarono le variazioni degli animali e delle piante domestiche. Molto più si conosce degli animali domestici che di quelli selvatici, perchè per lungo tempo furono accuratamente osservati. Desiderando gli allevatori di ottenere i migliori tipi, hanno naturalmente tenuto conto di tutte le piccole differenze fra gli individui. Darwin trovò quindi una grande ricchezza di dati già pronti relativi alla variazione degli animali domestici. Inoltre si presunse che gli animali domestici variassero più che gli animali in natura. Ciò non sorprenderebbe, poichè essi sono posti in condizioni non naturali e, se l'ambiente ha qualche influenza nel produrre le variazioni, come fu sempre ammesso, ci possiamo attendere che gli animali e le piante presenteranno maggiori variazioni se coltivate che non le forme simili viventi in natura, e, quindi, sotto condizioni presumibilmente più costanti. Le variazioni osservate negli animali domestici sono assai grandi, e certamente forniscono all'evoluzionista tutti

i dati di cui abbisogna per costruire una teoria dell'evoluzione.

Ma, manifestamente, le variazioni allo stato domestico pur essendo molto significative nella loro portata, devono avere secondaria importanza in confronto delle variazioni in natura. Il Darwinismo fu spesso criticato perchè basato più sulle condizioni artificiali che sulle naturali. L'evoluzione della specie che la scienza cerca di spiegare avvenne in natura, non allo stato domestico, e quindi, benchè le condizioni artificiali dell'addomesticamento possano aver prodotti grandi variazioni fra gli animali, questo fatto non dà dati reali per spiegare la origine delle specie. Le variazioni fra gli organismi viventi in natura devono essere considerate per fornire dati per spiegare il problema evolutivo.

Darwin aveva un numero relativamente esiguo di dati su questo argomento. Per determinare qualche cosa è necessaria la raccolta e lo studio penoso di migliaia di esemplari della stessa specie di animali, e accurate misure e comparazioni di parti. Tale studio è molto laborioso, ed era stato appena tentato all'epoca in cui Darwin pubblicò l'ultima edizione della sua opera. Ma negli ultimi tempi si sono andati accumulando dati di questo genere. Non pochi naturalisti hanno intrapreso il lavoro di fare misurazioni accurate di parti differenti in grande numero di individui della stessa specie, di comparare gli individui in rapporto al colore o alle caratteristiche, alla forma dei vari organi, e in tutti i punti infine ove si poteva colle misure o le comparazioni raccogliere dati relativi alla variazione. Essi tentarono di determinare alcuni fatti quanto all'estensione della variazioni, alla loro abbondanza, alla loro relazione reciproca, se sono sempre di piccola estensione o se sono talora molto grandi, se occorrono nella maggioranza degli individui

di una specie o solo in pochi, rimanendo gli altri aderenti al tipo, ecc. In breve tutte le questioni che si affacciavano in questo campo sono state tentate. Ora noi possediamo informazioni assai più vaste di quelle che servirono a Darwin per fondare la sua teoria, e già queste ci hanno insegnato a modificare completamente le conclusioni per certi rispetti.

Forse la lezione più importante da derivare da questi fatti è che la variazione fra gli animali e le piante in natura è la regola invece che l'eccezione. Quanto più si studia l'argomento, tanto più appaiono estensive le variazioni. Si arriva persino a chiedere se gli animali e le piante allo stato domestico sono più variabili che gli animali e le piante in natura. Anzi questo fatto impressionò talmente certi naturalisti che essi cominciano a dire che finora abbiamo battuta una via falsa quanto al problema delle specie. Essi dicono che la tendenza a cambiare è la proprietà più fondamentale della materia vivente, che è l'abitudine a cambiare che distingue più chiaramente la materia vivente da quella non vivente, e che questa tendenza è assolutamente costante. Questa proprietà è così uniforme che il problema realmente difficile nell'evoluzione non è già quello di spiegare la produzione di variazioni, ma quello di dare qualche ragione del perchè le forme rimangano sempre costanti. La variabilità e l'incostanza sono la regola, la stabilità è l'eccezione.

Ora, benchè queste idee siano alquanto differenti dai concetti comunemente accettati intorno alla natura, il fatto stesso della loro esistenza attesta che la credenza nella variazione cresce. Certo la variabilità delle specie in natura è ben più universale di quanto Darwin stesso inclinasse a credere. Bisogna ammettere che molti scienziati rimasero sorpresi di questo risultato. Mentre tutti si attendevano delle variazioni, la loro

abbondanza non era preveduta. Si supposeva generalmente che l'aderenza abbastanza stretta al tipo fosse la regola, e l'apparizione da ogni parte delle innumerevoli variazioni trovate negli ultimi anni fu inaspettata.

Queste variazioni sono differentissime e toccano ogni classe d'organismi. Naturalmente esse furono più studiate negli animali più elevati che più attirano l'attenzione, e finora meno si sa delle variazioni degli animali inferiori e delle piante. Ciò può essere dovuto in parte al fatto che gli animali inferiori non hanno tante parti che possano variare, ma principalmente è dovuto alla mancanza di osservazioni accurate. I tipi inferiori di animali sono in grande parte acquatici; e ciò rende manifestamente più difficile il fare osservazioni sopra di essi che non sugli animali terragnoli.

Allo stesso tempo, anche fra gli animali inferiori, le variazioni quando vengono cercate si dimostrano abbondanti. Per esempio le nostre specie più comuni di conchiglie di spiaggia variano molto largamente di forma e di dimensioni. Gulick ha trovato non meno di 262 varietà ben distinte di una certa specie di lumaca terrestre. Gli insetti presentano la variabilità in forte grado, benchè le loro piccole dimensioni rendano impossibile il discernerne le variazioni, che, se fossero d'uguale estensione negli animali più elevati, sarebbero ben visibili. Negli animali più grossi le variazioni avvengono colla massima profusione. Per ragioni pratiche l'argomento fu studiato più completamente negli uccelli, ove l'interesse generale per questi animali ha portato a raccogliarli in maggior numero. Fra essi non v'è una sola parte del corpo che non offra grandi variazioni. Essi variano nella lunghezza del becco, della testa, delle unghie, delle ali e delle zampe. Essi variano nel peso del corpo, e nel peso paragonato alla

lunghezza delle zampe e delle ali. Variano nel colore delle penne, e anche uccelli che sembrano identici hanno leggiere differenze. Le dimensioni, la forma e il colore delle uova sono differentissimi in individui della stessa specie.

In breve, negli uccelli ove le osservazioni furono più accurate non v'è una sola parte del corpo misurabile e quindi soggetta a calcoli esatti, che non varii largamente. Altre particolarità che non sono misurabili sono più difficili da valutare e disporre in tavole, come le differenze nell'aspetto, la forma generale del corpo, la forza, ecc. Queste, benchè non si esprimano facilmente in cifre, non sono meno convincenti pei naturalisti che hanno studiata la variazione. Naturalmente non dobbiamo attenderci una grande massa di dati se non in quegli animali che sono stati raccolti in grande numero. Poche informazioni possiamo attenderci intorno ai leoni, agli orsi, e ai grossi mammiferi. Tutt'al più un naturalista potrà avere una dozzina di esemplari da paragonare, e questo numero è insufficiente per dare informazioni di qualche valore. Ma tanti dati si raccolsero sull'argomento negli ultimi vent'anni che si può asserire senza tema di smentita che, ovunque gli animali o le piante vengono studiati in numero sufficiente per fornire dati utili, le variazioni si trovano con una frequenza che è sorprendente, e ciò porta alla conclusione che la variabilità o diversità è la regola, la costanza è l'eccezione, se pure la costanza mai si trova. Apparentemente tutti gli animali e le piante si allontanano in qualche grado dalla media che il tipo si suppone rappresentare.

Si trova inoltre che l'ammontare della variazione è maggiore di quanto prima si supponesse. Lasciando in disparte i casi speciali, o mostruosità o scherzi, che considereremo in seguito, si trova che fra gli in-

dividui che si chiamerebbero normali, l'estensione della variazione è spesso sorprendentemente grande. Quando troviamo che in individui normali la lunghezza della coda varia del ventuno per cento, e la lunghezza dell'ala del ventitrè per cento è chiaro che abbiamo da fare con variazioni che non possono essere considerate come minute. Come già notammo, una delle obiezioni fatte alla selezione naturale è la difficoltà di ammettere che variazioni minute possano avere valore selettivo. Ma una variazione di circa un quarto nella lunghezza di una coda non è minuta, e se la coda ha valore così che le variazioni nella sua lunghezza abbiano qualche uso, una variazione del ventitrè per cento sarà sufficiente per portarla nel dominio del principio della sopravvivenza del più adatto. Queste variazioni sono naturalmente estreme e gli individui ordinari non presentano così larghe differenze, ma la loro esistenza basta certamente a mostrare che la selezione naturale ha delle variazioni di considerevole estensione sulle quali agire.

Variazioni intorno ad una media.

Se si esamina un organo qualsiasi in un grande numero di individui lo si vede variare in modo da essere più o meno sviluppato che la media. Prendendo un organo e paragonando parecchi individui vi si trova una grandezza media per la specie. Ora, eseguendo le misure, si troverà che alcuni individui avranno organi più grossi ed altri più piccoli della media. In riguardo ad ogni carattere gli individui di una specie potranno dividersi in due gruppi: l'uno col carattere più, l'altro col carattere meno sviluppato che nella media. Alcuni

pochi staranno esattamente nella media normale, ma l'osservazione prova che non vi è grande concentramento di individui intorno alla media. In altre parole, mentre vi sono senza dubbio più individui che s'avvicinano alla media che individui che s'avvicinano agli estremi, tuttavia il numero di quelli che s'allontanano ampiamente dalla media è assai forte. Variazioni di considerevole ampiezza sono quindi abbondanti.

Ora se avvengono variazioni esse devono necessariamente avvenire intorno ad una media. Noi non possiamo aspettarci diversamente, e non metterebbe conto di menzionare la cosa se non fosse per la sua relazione estremamente importante col principio della selezione naturale quale lo abbiamo menzionato nell'ultimo capitolo. Una delle più serie difficoltà sollevate contro alla teoria della selezione naturale fin dal principio è l'effetto evidentemente disordinato della riproduzione incrociata. Venne subito messo innanzi che raramente una modificazione favorevole potrebbe perpetuarsi.

Anche se la selezione potesse conservare un animale con qualche variazione utilissima, questo animale sarebbe forzato ad incrociarsi con altri individui non così favoriti, e quindi la prole avrebbe il carattere in minore grado che il primo genitore, perchè l'incrocio con individui non favoriti diminuirà quel carattere invece di aumentarlo. Nella generazione seguente, supponendo ancora che gli individui siano obbligati ad accoppiarsi con altri individui non favoriti, il carattere si ridurrebbe ancora, e in poche generazioni praticamente scomparirebbe. Questo fatto della scomparsa dei caratteri favorevoli per la riproduzione incrociata fu sempre riconosciuto come un ostacolo assai forte alla selezione naturale, e vi fu tempo che anche Darwin stesso lo considerò così importante

da rovesciare quasi la sua teoria. Risultato di questa critica fu di forzarci a negare che le variazioni isolate abbiano alcuna importanza per l'evoluzione della specie. Una variazione che appare in un solo individuo sarà nel maggior numero dei casi eliminata dall'incrociamiento, e sulla razza influiranno solo quelle variazioni che si osservano in molti individui allo stesso tempo. Se la stessa variazione avviene in molti animali simultaneamente, è assai probabile che questi individui si riproducano insieme e perpetuino quindi i loro caratteri. Ma se noi ammettiamo che una certa variazione appaia in molti individui simultaneamente, noi abbandoniamo l'idea della variazione fortuita e abbiamo le variazioni determinate. Facendo ciò, come già abbiamo veduto, abbandoniamo la selezione naturale come causa dell'evoluzione.

Con questo fatto in mente possiamo vedere il significato della scoperta delle variazioni attorno ad una media, poichè qui troviamo una serie di fatti che tolgono in grande parte la difficoltà della scomparsa per fecondazione incrociata. Quando riconosciamo che tutti gli individui sono sopra o sotto alla media per riguardo a qualche carattere, l'azione della selezione naturale diviene semplice. Immaginiamo per esempio che le condizioni della alimentazione siano tali da dare vantaggio ad un uccello che abbia il becco lungo. È vero che ogni *singola* variazione producente un lungo becco avrebbe poca o nessuna influenza sulla specie. Ma il nostro studio della variazione ha dimostrato che il maggior numero degli uccelli hanno becchi più lunghi o più corti della media. Se i quattro quinti degli uccelli dovessero perire durante una carestia è chiaro che l'altro quinto che riesce a vivere conterrà certamente più uccelli a becco lungo che a becco corto. Ora questi animali si incrocieranno fra loro e quindi

il carattere nuovo del becco lungo non avrebbe probabilità d'essere eliminato per l'incrociamiento. Abbiamo in breve, trovato che le variazioni normali offrono esattamente la condizione richiesta teoricamente, cioè molte variazioni simultanee nella stessa direzione, e ciò senza alcuna suggestione di variazioni determinate lungo linee definite da forze interne. Come conseguenza di tali condizioni la generazione successiva avrà un becco più lungo che la media della generazione precedente. L'evoluzione così agisce sopra medie generali, non sopra variazioni individuali. Il progresso è progresso della specie *in massa*, non per salti isolati.

È chiaro, inoltre, che con un progresso per medie generali si raggiungerà presto uno stato di equilibrio. Il becco d'un uccello non continuerà ad allungarsi indefinitamente, poichè dopo qualche tempo avrà raggiunta una lunghezza oltre la quale ogni maggiore accrescimento sarebbe un danno. Quando questo tempo arriva, la selezione eliminerà quegli individui che maggiormente s'allontanano dalla media generale. Ora le poche osservazioni che noi abbiamo sull'azione pratica della selezione naturale sono precisamente di tale carattere. La maggior parte delle specie sembra aver raggiunta una condizione di equilibrio. Quando la lotta diviene severa troviamo che le variazioni estreme dalla normale vengono eliminate, ma quando la lotta diminuisce gli estremi hanno opportunità di sopravvivere. Il passero europeo introdotto in America dove i suoi nemici sono ridotti e la lotta è meno severa, comincia a mostrare la sopravvivenza di variazioni più larghe che nella sua patria. Ciò probabilmente significa che gli individui estremi ebbero una probabilità di vivere perchè la severità della lotta s'era rilassata. Quando la severità del tempo cattivo arriva, sono le variazioni estreme che soffrono e muoiono, mentre gli uccelli che

sono nella media vivono. Ciò fu determinato coll'osservazione, non semplicemente colla teoria. Studi di ugual natura sui molluschi e sui granchi hanno dato risultati presso a poco simili, benchè finora il numero dei casi nei quali fu studiato l'argomento siano pochi. Ma questi esempi dimostrano la variazione intorno a tipi medi.

Nelle condizioni attuali vi è un certo carattere medio conservato. Ma se le condizioni cambiano un'altra media può essere meglio adatta alla lotta e la selezione naturale porterà presto il tipo ad una nuova media. Dove la media è meglio adatta alle condizioni gli estremi saranno i soli a sopportare la lotta per la vita, ma quando questa media non è più adatta alle condizioni di vita, le forme sopra o sotto la media saranno protette, e quindi il carattere medio cambierà lentamente verso una nuova posizione di equilibrio.

Come già abbiamo notato nell'ultimo capitolo, questo principio della media spiega come caratteri di valore realmente piccolo possano esser conservati dalla selezione naturale. Se un organo è utile possiamo attenderci di trovare fra le sue variazioni alcuni individui che hanno l'organo più sviluppato ed altri coll'organo meno sviluppato della media. E mentre possiamo esitare a pensare che piccoli cambiamenti siano causa di vita o di morte, possiamo facilmente credere che in tempi difficili e di concorrenza severa, quando forse i nove decimi degli individui dovranno morire, il decimo che sopravvive sarà verosimilmente fra quelli che hanno quel carattere leggermente utile meglio sviluppato, purchè gli altri fattori siano uguali. Ciò sarebbe quanto basta per porre il carattere in questione entro il dominio della selezione naturale. In breve, il concetto delle variazioni che avvengono ai due lati di una media e della selezione naturale agente sopra le medie,

hanno resa molto più chiara l'azione della selezione naturale.

Benchè questa idea fosse già stata riconosciuta da lungo tempo fu chiarita in questi ultimi anni per osservazioni dirette delle variazioni in natura. Ci siamo indugiati alquanto su questo argomento perchè la maggior parte di quelli che parlano della selezione naturale pensano che la legge agisca sopra variazioni isolate favorevoli, e naturalmente da questo punto di vista scorgono molti ostacoli seri alla teoria. La legge assume un aspetto interamente differente quando essa agisce come abbiamo descritto. È chiaro però che queste considerazioni si applicano solo al problema della cresciuta di un organo o di un carattere in dimensione o in efficacia. Quando un organo si è abbastanza sviluppato per avere qualche valore, accadrà sempre che alcuni individui avranno quell'organo più e altri meno efficace che la media. È ugualmente chiaro che questo concetto delle medie non spiega il principio degli organi. Per esempio se il vertebrato ancestrale possedeva appendici pari abbastanza grosse da servire a qualche uso, questo principio può servire a spiegare la loro modificazione in dimensione e il loro sviluppo in pinne, braccia, ali, gambe, ecc. Ma non spiega la *origine* delle appendici originarie. Ma la questione dell'origine degli organi sarà considerata a parte più tardi.

L'Evoluzione è continua o discontinua?

Possiamo ora domandarci se l'evoluzione della specie ebbe sempre il carattere che abbiamo descritto, cioè risultò dalla selezione di piccoli distacchi dalla norma,

o se può aver avuto un carattere spasmodico che con un salto solo producesse nuovi tipi. Questo argomento ha un'estrema importanza perchè ci mette in grado di comprendere il metodo dell'evoluzione organica. Invero la risposta a questa domanda regolerà completamente il nostro modo di comprendere il metodo d'origine delle specie. Considerando il mondo organico attuale vediamo che le specie sono non solo adattative ma anche discontinue. Con ciò intendiamo che gli animali e le piante sono divisi in gruppi che chiamiamo specie, e che queste specie sono di solito separate l'una dall'altra da intervalli. È vero che in certi casi tra due specie si trovano forme intermedie che le connettono, ma di solito questa connessione non si trova e le specie sono perciò discontinue. Ora ciò può significare due cose. Riconoscendo che le specie derivarono da antenati comuni possiamo supporre prima che nel passato esse furono connesse col loro comune antenato e quindi fra loro con numerosi anelli, ma che questi anelli andarono perduti pel processo di eliminazione. Se tale è il caso, le specie furono realmente continue l'una coll'altra e la loro discontinuità attuale dipende dalla scomparsa delle forme intermedie. Ma noi possiamo anche supporre che nuove specie uscirono dal comune antenato per un subito salto. Può darsi che sia avvenuta in qualche tempo del passato una variazione così grande da parere una anomalia, che aveva sufficiente valore per essere conservata dalla selezione e che così avrebbe formato il punto di partenza di una nuova specie. In tale supposizione la nuova specie si formò per un salto brusco e le specie furono discontinue fin dal principio. L'un metodo è l'evoluzione continua, l'altro l'evoluzione discontinua.

Ora costituisce una differenza decisiva nella comprensione del metodo dell'evoluzione il determinare quale di

questi due processi sia quello della natura. Non è solo una piccola questione di dettaglio, ma una questione che produce differenza nelle nostre concezioni fondamentali. E ciò possiamo vedere da alcune semplici considerazioni. Come abbiamo veduto, le piccole variazioni sono abbondanti in ogni parte. Le variazioni in grandezza ed efficacia degli organi avverranno sicuramente fra gli animali con tale certezza che non abbiamo bisogno di chiederne una spiegazione. Invero sarebbe impossibile concepire un'altra condizione di cose. Considerando la varietà delle circostanze, sarebbe ugualmente impossibile concepire due animali esattamente uguali, quanto il supporre che una pietra cada sempre nello stesso luogo. Per tali piccole variazioni di dimensioni e d'efficacia noi non abbiamo bisogno di spiegazioni, e se ciò prova che la evoluzione è basata sopra tali variazioni, la causa delle variazioni, "l'origine del più adatto", diventa di poco o nessun significato. Se l'evoluzione si produsse per la selezione delle piccole variazioni sopra e sotto le medie generali, la selezione è la forza che guida l'evoluzione. Se perciò troviamo che l'evoluzione fu continua nel senso detto più sopra, scompare il quesito dell'origine del più adatto. Naturalmente questa opinione è sostenuta da quelli che trovano nella selezione naturale la causa sufficiente a produrre l'origine delle specie.

Ma se, d'altra parte, troviamo che l'evoluzione fu discontinua, la questione diviene completamente diversa. Se si può trovare che l'origine delle specie sia stata discontinua, che il primo individuo di una specie venne al mondo per una sola nascita straordinaria, che i caratteri che distinguono la specie fecero la loro apparizione per una sola o per poche variazioni di grande estensione, allora noi dobbiamo ammettere che la selezione naturale non ci soddisfa. Dobbiamo allora

porre subito altre questioni. Dobbiamo domandare quale fu la causa dell'apparizione subitanea di quelle variazioni. Dobbiamo chiederci se esse apparvero in un solo individuo o in un gran numero di individui in una sol volta. Se concludiamo che apparvero in un solo individuo, dobbiamo chiederci come avvenne che non siano state presto eliminate dalla riproduzione incrociata, poichè già abbiamo veduto che una variazione singola in un singolo individuo ha poca o nessuna probabilità d'essere conservata per selezione naturale, anche se importante. Ma se concludiamo che la variazione apparve in un grande numero di individui simultaneamente, abbiamo ancora maggiore difficoltà per spiegare ciò che avrebbe prodotto in molti individui ad un tempo una così grande e importante variazione. Queste questioni richiedono certamente una risposta, se concludiamo che l'evoluzione fu discontinua. Ciascuna di queste questioni è difficile a risolvere ed è perciò chiaro che è più che una semplice questione di dettaglio il concludere che la discendenza sia stata continua o discontinua.

Se dobbiamo trovare una risposta, certo la troveremo nello studio della variazione. Se l'evoluzione fu discontinua ciò vuol dire che devono talora avvenire larghissime variazioni che possono essere il punto di partenza di nuovi tipi di discendenza. Se perciò noi trovassimo fra gli individui solo piccole variazioni indefinite, ciò indicherebbe che la variazione discontinua non è il metodo della natura. Nello studio della variazione perciò si deve trovare la risposta al problema della discontinuità.

Le variazioni sono continue o discontinue?

La maggior parte dei seguaci di Darwin hanno concluso che la selezione delle numerose variazioni minute fu quella che costituì la forza dell'evoluzione: che la discendenza, in altre parole, fu continua. Questa è l'idea più naturale, poichè tali variazioni avvengono ovunque, e poichè le grandi variazioni individuali verrebbero ad essere eliminate dall'incrociamiento, mentre il principio della selezione delle variazioni sopra e sotto le medie generali eviterebbe la difficoltà dell'incrociamiento. Ma quali sono i fatti che l'osservazione di questi anni recenti ha portato e che importano pel problema della continuità?

In primo luogo è certo che le variazioni in natura hanno carattere minuto e indefinito. Tutti gl'i allontanamenti dalla media in eccesso o in difetto di efficacia, tutti gl'i allontanamenti dalla dimensione normale degli organi sopra o sotto la media, tutte quelle variazioni che possono essere stabilite con accurate misure, tutte, e sono la maggioranza delle variazioni, devono essere poste nella categoria delle variazioni minute e indefinite. Poichè se alcuni di questi scarti possono essere assai considerevoli, non sono, eccettuati rari casi, sufficienti a costituire una vera variazione discontinua. Si ammetterà in ogni campo che in tutti gli animali e le piante, in tutte le specie e in tutti gl'i individui, si devono trovare queste minute variazioni di var'i generi, indefinite di carattere, occorrenti simultaneamente in molti organi allo stesso tempo, ma variazioni di piccola estensione e così chiaramente prive di connessione con qualche scopo speciale che possono essere considerate come " casuali ", e non domandano più spiegazione che le nostre pietre della cava.

Ma d'altra parte è un fatto ugualmente chiaro che non tutte le variazioni hanno questo carattere. I naturalisti non si attendevano certamente di trovare che grandi e subite variazioni avvenissero in numero considerevole o che esse avessero esercitata una parte importante nel processo dell'evoluzione. La storia della selezione naturale quale fu concepita da Darwin e sviluppata dai suoi seguaci per un quarto di secolo ammetteva che la selezione di numerose variazioni fortuite fu quella che produsse l'origine delle specie e che perciò il processo fu continuo. È certamente una sorpresa trovare che grandi e subitane variazioni non solo avvengono, ma sono anzi comunissime negli organismi. Ma questo è indubbiamente il fatto. I naturalisti, avendo in anni recenti ricercato queste variazioni le trovarono in numero inaspettato.

Il carattere di questi subitanei grandi distacchi dal tipo normale è naturalmente estremamente vario. Fra gli animali abbiamo comparsa di denti, di vertebre, di dita o di falangi, di mammelle in più, di segmenti in più negli animali segmentati, di rami in più nelle corna, di corna in più o di fusione di due corna in una sola, ecc. Vi è persino apparizione di teste accessorie. Vi sono cambiamenti completi di colore, subitane e complete modificazioni di segni distintivi, cambiamento della spira da destrorsa a sinistrorsa, individui glabri che appaiono fra animali pelosi (es. cani, topi) o uccelli pelosi, ecc., ecc. L'elenco si potrebbe estendere indefinitamente. Fra le piante vi sono esempi ugualmente numerosi. L'apparizione di otto petali ove ne dovrebbero essere sei, la presenza di azalee rosse su piante che danno sempre fiori bianchi, la cresciuta di pesche su pesche duracine o di pesche duracine su peschi, la uscita di ramoscelli dall'estremità delle pere, sono esempi sufficienti.

La caratteristica di queste variazioni è che esse non sono di solito connesse colle forme normali per gradi intermedi. Per esempio, la blatta ha normalmente cinque articoli ai tarsi, ma il venticinque per cento degli individui ha quattro articoli soltanto. Ma non si trovano forme intermedie con 4 articoli sviluppati e il quinto rudimentale. Fra i tulipani a otto petali, i singoli fiori hanno o sei o otto petali. Non vi sono tulipani a sette petali, con sei petali ben sviluppati e uno o due rudimentali che potrebbero condurre alla forma a otto petali. In altre parole, l'evidenza suggerisce la conclusione che queste grandi variazioni apparvero per un cambiamento subitaneo, e non per un grande numero di minuti stadi intermedi.

Ora è certamente vero che molte di queste grandi variazioni discontinue hanno rassomiglianza troppo a mostruosità. Una teoria dell'evoluzione basata sulla mostruosità non sarebbe sostenibile. Le mostruosità sono di solito considerate come debolezze, e incapaci di sviluppare razze indipendenti. Una forma a tre gambe è certo un caso di variazione discontinua, ma nessuno potrà supporre che un simile individuo mostruoso possa divenire fattore dello sviluppo di una nuova razza. Ma il fatto che molte di queste variazioni discontinue sono forme mostruose, non diminuisce per nulla il significato della loro esistenza. È impossibile tracciare una linea netta fra quelle variazioni che sono così straordinarie da essere considerate mostruosità e quelle che sono semplicemente variazioni normali molto grandi. Tutte le variazioni costituiscono un allontanamento dal tipo normale, ed è impossibile dire quando una variazione diventa tanto grande da dover essere chiamata mostruosa. Queste grandi variazioni avvengono, ed esse si formano d'un subito salto, non per l'accumularsi di numerosi stadi intermedi. Quando si

trova un topo glabro che vive fra gli altri topi normali, e non si trovano topi con pelosità parziale, possiamo legittimamente inferirne che l'individuo senza peli è un esempio di larga variazione subitanea. Ma se tali variazioni subitanee fossero di vantaggio alla razza, non potrebbero essere il punto di partenza di una nuova specie? Il fatto esiste, e il problema è quello di determinare se esse rappresentano realmente una parte nel processo dell'evoluzione organica.

La vera questione non è se queste variazioni discontinue sono chiamate con proprietà mostruose, ma se esse mai divengono il punto di partenza di nuove razze. Può darsi che esse siano semplici anomalie che appaiono o scompaiono con ogni generazione, e non lasciano tracce durevoli nella razza. Le variazioni individuali, come abbiamo veduto, hanno poca probabilità d'essere conservate, e se queste variazioni discontinue sono cancellate dall'incrocamento perchè appaiono solo in casi isolati, esse possono avere poca o nessuna influenza sul processo della discendenza. La supposizione naturale sarebbe che la maggior parte di esse non riesce ad avere un'influenza sulla razza, poichè sono solo variazioni individuali, e quindi passeggiere. Questa è certamente la conclusione, per la conoscenza che abbiamo dell'eredità e dell'influenza dell'incrocamento. Ma d'altra parte è possibile che si tratti di qualche cosa di più profondo che una semplice variazione casuale. Dal fatto che larghe variazioni, come l'apparizione di un dito soprannumerario, appaiono subitamente, possiamo essere certi che qualche influenza profonda ha agito sopra l'animale, influenza che è maggiore che quegli incidenti passeggeri che determinano le variazioni più minute. È possibile che questa influenza profonda abbia agito talmente sulla natura dell'individuo che, nonostante l'incrocamento,

le variazioni in questione restino persistenti. Può darsi che la natura sia così cambiata che il nuovo carattere si rinforzi colle generazioni successive, e che quindi una variazione individuale divenga l'origine di una nuova razza.

Nell'umanità talora questi *salto* hanno un'influenza durevole. Tiziano, per esempio, fu il primo artista della sua famiglia. Ma il genio artistico seguì la famiglia da questo punto di partenza per varie generazioni. Nonostante che tale individuo sia accoppiato con altri che non hanno il genio artistico, il carattere rimane nella famiglia. Tale genio talora cresce per qualche tempo colle generazioni successive, per decrescere poi di nuovo e scomparire. È in ogni caso possibile che qualche cosa di simile accada colle variazioni discontinue degli animali.

Possono le variazioni discontinue originare nuovi tipi?

È difficile determinare la risposta a questa domanda. Logicamente tale risultato parrebbe, ma è improbabile. Ma al tempo stesso vi sono certi fatti che indicano questa possibilità. In primo luogo queste variazioni discontinue spesso accadono in condizioni che sembrano rendere estremamente probabile che esse siano causa di nuovi tipi. Per esempio Bateson ha descritto due tipi differenti di forficole, l'uno con forcipe lungo, l'altro con forcipe corto. I due tipi appartengono senza dubbio alla stessa specie. Essi vivono vicini e senza dubbio si riproducono liberamente insieme. Ma ciò nonostante i due tipi rimangono distinti in una serie di individui della stessa località; si trova che essi si ag-

gruppano intorno a due medie con pochissimi individui intermedi. Qui vi sono apparentemente due tipi distinti che vivono a fianco. Sembra qui praticamente certo che i due tipi non possono essersi sviluppati per selezione di minuti gradi di passaggio, poichè i due tipi vivono in numero quasi uguale nella stessa località, fatto che prova come ciascun tipo sia ugualmente bene adatto alle sue condizioni. Di più la presenza di alcuni individui intermedi fra questi due tipi dimostra che tutti i gradi di lunghezza del forcipe possono esistere colla lotta per l'esistenza. Noi non possiamo evidentemente ammettere che i due tipi differenti derivarono per selezione naturale di minuti stadi. Se non si svilupparono in tal modo, pare vi sia un'altra sola possibilità, e cioè che questi due tipi debbano attribuirsi a variazione discontinua, intendendo con ciò che qualche inesplicata legge di variazione produsse a singole nascite questi due tipi differenti e che una volta prodotti rimasero distinti nonostante l'incrocio misto.

Bateson dà pure un altro esempio che rende almeno probabile che dei caratteri specifici siano sorti per variazione discontinua. Vi sono certi gruppi di Ortoteri che hanno un numero normale di quattro articoli ai tarsi, mentre altri ne hanno cinque, ed uno dei problemi per la teoria della discendenza è di spiegare come nei primi i cinque articoli si siano ridotti a quattro. Ora, per l'idea della selezione naturale, sarebbe necessario sostenere che la produzione della condizione a quattro articoli dalla primitiva a cinque articoli fu il risultato di una selezione di molte minute

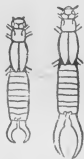


Fig. 7. — Forficole.
Due maschi con
forcipi di lun-
ghezza differente
(da BATESON).

variazioni; e che per qualche ragione in questi animali la riduzione degli articoli da cinque a quattro fu di tale importanza per gli animali da produrre eventualmente la sopravvivenza della discendenza delle forme a quattro articoli collo sterminio dei competitori a cinque articoli. Tale concetto pare essere estremamente improbabile. In primo luogo si stenta a credere che questo carattere possa mai aver avuto valore selettivo. Ma, ammettendo anche la possibilità di questo, troviamo che numerosi individui a cinque articoli vivono allato agli animali a quattro articoli della stessa specie, fatto che nega praticamente la loro origine per la sola selezione naturale. In secondo luogo è chiaro che la nuova condizione a quattro articoli non poteva essere prodotta dalla selezione di anelli di congiunzione, poichè anelli intermedi fra quattro e cinque articoli non esistono e sono apparentemente impossibili.

La variazione in questione non è di quelle che permetta una fluttuazione sopra o sotto una media, e non può quindi ricondursi alla spiegazione del progresso per variazioni attorno ad una media. Vi sono o quattro o cinque articoli, cioè una variazione discontinua. Quando noi vediamo in certe specie di blatte molti individui con quattro articoli e molti altri con cinque che vivono in condizioni identiche, non possiamo ammettere che le differenze siano dovute alla selezione naturale, e dobbiamo attribuirle a qualche legge di variazione che produce talora quattro e talora cinque articoli. Ma non siamo noi forzati ad ammettere che gli stessi fatti si applicano pure alla produzione di specie a quattro articoli da antenati a cinque articoli? È manifesto che la probabilità, se non la necessità, è che le specie a cinque articoli sorsero nel passato per l'influenza dello stesso ordine di variazioni

discontinue che avvengono oggi nelle specie che possiamo studiare viventi.

Se è così noi abbiamo un esempio della produzione di caratteri specifici, non per accumularsi di minuti passi per opera della selezione naturale, ma per l'apparire di una grande variazione, una variazione discontinua, che in qualche modo, o per selezione naturale o altrimenti, fu conservata nella razza come carattere specifico. Se ammettiamo ciò dobbiamo contare anche sulle variazioni*discontinue, come sulle continue, per spiegare la produzione delle specie.

Questi due esempi indicano la probabilità inerente che in alcuni casi le variazioni discontinue possano essere state il punto di partenza di nuove specie e nuove razze. Ma noi abbiamo anche altri fatti, almeno fra gli animali e le piante domestiche, che provano l'origine di nuove razze per tali subitanee ampie variazioni. Per la natura stessa del caso possiamo finora attenderci di trovare questi esempi solo fra gli organismi domestici. Gli animali e le piante in natura furono finora troppo poco studiati perchè si possa sperare di trovare in essi di questi esempi. E invero non lo potremmo nemmeno conoscere se lo trovassimo. Solo quando un gruppo di animali può essere tenuto sotto osservazione costante per un lungo periodo di tempo vi è possibilità di osservare l'origine di nuovi tipi per variazione discontinua. Fra gli animali domestici e le piante coltivate si trovarono tali casi non raramente, e talora furono così importanti e strani che anche nei primi tempi dell'evoluzionismo, prima d'ogni tentativo sistematico per lo studio delle variazioni discontinue, tali fatti furono considerati come un grande fattore nell'origine delle specie. La questione è così importante per comprendere il problema che cerchiamo di chiarire, che sarà utile dare alcuni esempi.

Menzioneremo prima il caso dei bovini del Paraguay. Nel 1770 nacque un toro senza corna. Questa era una variazione discontinua, poichè i suoi genitori erano cornuti. Ma, benchè accoppiato con bovine ordinarie, i suoi discendenti furono senza corna. Questo era veramente un caso di una nuova varietà che cominciava con una sola variazione discontinua, e benchè gli animali fossero accoppiati con altri ordinari, la nuova variazione non scompariva per incrociamiento, come potevamo supporre teoricamente. Un altro caso ben noto e che è ancora più straordinario fu l'apparizione dei pavoni a spalle nere. È storicamente noto che questo nuovo tipo apparve come una variazione discontinua. In mezzo a covate di pavoni ordinari apparvero parecchi animali di questo nuovo tipo. La cosa più strana è che questo nuovo tipo apparve quasi allo stesso tempo in parecchie covate senza alcun rapporto fra loro, indicando così una qualche causa comune. E questo nuovo tipo, come il precedente, non fu eliminato per l'incrociamiento. Il significato di questo caso non è chiaro.

Alcuni naturalisti inclinarono a crederlo una reverzione ad una condizione più primitiva. Ma comunque sia, fu un esempio di variazione discontinua persistente nonostante l'incrociamiento. Un altro esempio fu l'apparizione nel Texas di una razza di porci a zoccolo unico. In questi animali le due dita centrali sono solidamente connate, le due altre rimangono distinte. Nessuno può dire quando questa particolarità si sviluppò ed in quali condizioni. Ma non v'ha dubbio che è una variazione discontinua, poichè non si può credere che il carattere si sia prodotto per la selezione di molti piccoli gradi intermedi fra questa e la forma comune a dita libere. Ma la variazione così apparsa divenne una razza fissa. La particolarità vien trasmessa

per eredità, e non v'è tendenza a ritornare al tipo comune con dita libere. Il carattere è divenuto così completamente parte della natura degli animali che l'incrocio fra un porco a zoccolo solido ed una scrofa comune produce discendenti che in maggioranza presentano questo carattere ben sviluppato e non in condizione intermedia. Qui ancora troviamo una variazione discontinua che ha abbastanza potenza per mantenersi, nonostante debba in origine essere apparsa in un solo individuo o in un piccolo numero di animali. Se esso apparve in un solo individuo, la sua conservazione non può essere spiegata per selezione naturale; se esso apparve in parecchi o in molti individui simultaneamente, la sua origine non può essere spiegata con fortuite variazioni minute. Ogni corno del dilemma indica qualche altro agente che non è la selezione naturale di piccole variazioni fortuite che agì nell'origine di questa razza. Un esempio simile è una famiglia di gatti osservata da Poulton. In questa famiglia apparve una gatta con un numero superiore di dita. Questa gatta produsse parecchie famiglie di discendenti, che furono seguite per sette generazioni. In tutti i casi la probabilità è che le femmine si siano accoppiate con maschi privi di questa particolarità. Ma nondimeno, durante tutte le sette generazioni il maggior numero degli animali nati offrì il carattere anormale di sei o anche più dita alle zampe. Qui la variazione fu discontinua; un dito intero apparve in un solo individuo. Ma questa ebbe tanta presa sopra l'animale che, nonostante l'incrociamiento, non scomparve, ma fu conservata fino alla settima generazione. E certamente una variazione discontinua trasmessa alla posterità per eredità, e la sua conservazione non fu certo dovuta alla selezione naturale. Se la selezione intervenisse poi ed eliminasse le forme a cinque dita, appa-

rirebbe senza dubbio una razza a sei dita, che avrebbe cominciato come variazione discontinua.

Forse questi esempi potrebbero essere considerati come mostruosità.

Ma ciò non infirma in nessun modo il significato di questi esempi. Mostruosità o non, esse hanno prodotte nuove razze, e mostrano in modo certo che qualche altro fattore, oltre alla selezione delle minute variazioni fortuite, entrano in giuoco nella produzione delle razze. Qualche legge associata alla produzione delle variazioni e la loro eredità sta al fondo di questi casi.

Esempi anche migliori si trovano nei vegetali. Un esempio eccellente è il pomodoro *Upright*. — Questa è una varietà di pomodoro differente dagli altri per molti caratteri; le differenze spesso sono maggiori di quelle fra le varie specie della famiglia. Il fusto, le foglie e i fiori sono tutti marcatamente diversi da quelli del pomodoro ordinario e sono più che sufficienti per autorizzare un botanico che non ne conoscesse la storia a farne specie distinte.

Ma l'origine del tipo è ben nota ed anche l'uomo che primo sparse il seme da cui sorse subitaneamente il tipo. I semi erano quelli di pomidori ordinari, ma da essi si produsse, per qualche subita variazione, questo tipo differentissimo. Ora questo tipo riproduce per semi i suoi caratteri, ed ha perciò la migliore caratteristica delle vere specie o almeno delle vere varietà.

Qui si produsse apparentemente per un solo salto un tipo interamente nuovo. Anche senza insistere perchè questa debba essere considerata come una vera specie, è ad ogni modo un esempio di variazione discontinua straordinaria, poichè un nuovo tipo apparve senza alcun accenno precedente e certamente senza

alcun passaggio intermediato che lo derivasse dalla forma ancestrale. La forma discontinua rimase e servi di punto di partenza ad una nuova varietà.

Nessuno di questi esempi serve strettamente al nostro scopo poichè sono tratti da organismi in stato di domesticità, e non possiamo dire quanta parte abbiano avuto nella loro origine la selezione artificiale e le condizioni artificiali. Ma essi bastano ad indicare che nella produzione delle specie possono agire alcune forze all'infuori della selezione di quelle minute variazioni che i naturalisti trovano quando misurano le dimensioni degli organi o tentano di determinare le variazioni nel loro valore. Variazioni di un carattere più ampio e prodotte così subitaneamente da essere certamente dovute a qualche causa eccezionale hanno certamente avuto parte nel processo; quanta questa parte fu è finora impossibile a dire. Non tenteremo di decidere se la selezione delle piccole variazioni fu il fattore principale, e l'azione delle variazioni discontinue sia stata subordinata. Moltissimi naturalisti e certo moltissimi sostenitori della selezione naturale, inclinano a credere che la variazione discontinua non ebbe molta importanza nell'origine della specie; che, sebbene possa essere stata occasionalmente un fattore nella produzione di nuovi tipi, la causa principale dell'origine delle specie fu il lento accumularsi di minute variazioni. Dall'altra parte un'altra scuola, di scienziati più giovani, dà molta importanza a queste grandi modificazioni, ammettendo che nell'origine delle specie vi fu una oscillazione da un punto di stabilità ad un altro, e che fin dal principio la discontinuità è la regola. Essi ammettono che le variazioni minute contano per poco, rappresentando semplici oscillazioni ad ogni lato di un tipo stabile, ma che le nuove specie sono comunemente prodotte dalla subitanea assunzione

di una nuova posizione di stabilità. È come se avessimo un solido a molte faccie. L'inclinazione sola del solido in vario senso corrisponderebbe alle piccole variazioni; mentre il girarlo in modo che cada sopra un'altra faccia rappresenterebbe la formazione di una nuova specie.

Non è nostro scopo cercare di decidere fra queste scuole differenti. Ciascuna ammette il significato occasionale delle grandi variazioni discontinue e questa ammissione porta ancora più la nostra attenzione sulla questione dell'origine delle variazioni. Queste variazioni discontinue hanno carattere così debole da esser supposte come la condizione normale delle cose. Esse sono più fondamentali che le variazioni in grossezza o in forza, poichè talora rappresentano la subitanea apparizione di un nuovo organo in una sola generazione. Mentre non dobbiamo preoccuparci molto dell'origine delle piccole variazioni sulle quali si suppone comunemente agisca la selezione naturale, ben differente è il caso colle variazioni discontinue. In molti casi può essere una spiegazione sufficiente di un dato carattere il poter dire che si è sviluppato per la selezione naturale delle più favorevoli fra le variazioni miste che offrono continuamente gli animali. Ma non è più una spiegazione sufficiente quando vediamo un carattere come uno zoccolo unico in un porco apparire d'un tratto. In questo caso dobbiamo anzitutto domandarci la causa di tali variazioni.

Bisognerebbe forse menzionare qui che abbiamo appreso che i singoli caratteri non variano di regola da soli. Due uccelli non differiscono solo nella lunghezza delle ali, ma anche nella lunghezza della coda, delle zampe e in molti altri punti. Troviamo spesso che parecchi caratteri più o meno strettamente in correlazione variano insieme. Questo fatto ha un significato

considerevole, poichè ci mette in grado di comprendere come possano conservarsi delle combinazioni di caratteri. Tentando di spiegare l'origine di un organo complicato, che presuppone l'azione armonica di parecchie parti, è difficile immaginare che la selezione naturale agisca senza che parecchie parti variino insieme. Per esempio, la selezione non potrebbe conservare le grandi corna di un cervo se non apparisse simultaneamente un collo robusto per portare queste corna. Se questi due caratteri variano indipendentemente, noi non possiamo più comprendere; perchè, come immaginare che il cervo abbia sviluppato un carattere e poi aspettato l'altro? Ma lo studio della variazione dimostra che molte parti possono variare insieme, e noi possiamo perciò facilmente vedere come la selezione possa agire sopra le più favorevoli combinazioni piuttosto che sui caratteri individuali.

La variazione discontinua come spiegazione dell'inizio degli organi.

In un punto questo problema della variazione discontinua ha significato speciale, cioè, quando spiega l'origine degli organi. Fin dal principio della discussione suscitata dalla teoria della selezione naturale, apparve una delle più serie difficoltà per accettare la selezione naturale come soluzione soddisfacente del problema della discendenza la impossibilità apparente di spiegare l'inizio degli organi. La selezione spiega la eliminazione e il modellamento degli organi per nuove funzioni, ma non ne spiega l'origine. Questa difficoltà s'impose a Darwin, il quale la discusse, suggerendo vari fatti che miravano ad una soluzione della diffi-

coltà. Ma la stessa difficoltà fu sollevata da tutti quelli che discussero la selezione, e fu studiata da vari punti di vista. La risposta solita all'obbiezione fu che anche al loro principio gli organi hanno servito a qualche scopo, benchè, forse, questo fosse differente dal loro scopo presente. Per esempio ciò che oggi è un polmone ebbe nel principio, prima di funzionare come polmone, qualche valore come apparato idrostatico nei pesci. Oppure, come abbiamo veduto, l'origine dell'occhio fu una macchia pigmentale. Queste macchie pigmentali non erano organi visivi, ma anche al loro principio servirono a distinguere la luce dall'oscurità, e quindi potevano essere utili e cadere perciò nell'ambito della selezione naturale.

L'ala d'un pipistrello non serve come organo di volo finchè non sia ben sviluppata, ma può aver avuto valore fin dal principio come la ripiegatura della pelle dello scoiattolo volante (*Pteromys*). Così sempre fu risposto che anche dal principio l'organo può avere avuto qualche uso per qualche scopo. Ma nonostante tutto ciò che fu detto nessuno potrebbe sostenere che le difficoltà siano state risolte dalle considerazioni riferite. Come possa cominciare un organo è un mistero. Certo questo fatto non può cadere nella spiegazione delle variazioni attorno ad una media, poichè fin tanto che un organo non è apparso in qualche forma non può presentare variazioni.

Nell'evoluzione dei fossili abbiamo numerosissimi esempi di scomparsa di organi o della loro modificazione in strutture differenti per scopi differenti, ma finora la paleontologia non ci ha insegnato l'origine degli organi.

Per rendere un poco più chiara la difficoltà reale che si trova in questo punto, consideriamo un esempio, scegliendo l'evoluzione delle appendici di vertebrati.

Queste appendici prendono forma di pinne nei pesci, di remi nei cetacei, di zampe nei mammiferi, di ali negli uccelli, di gambe e braccia nell'uomo, ecc. Ora è possibile spiegare col principio della selezione delle medie lo sviluppo di queste appendici da un tipo originale. Per la sopravvivenza del più adatto queste appendici possono facilmente essere divenute pinne nel pesce che nuota, ali nell'uccello che vola e zampe negli animali terrestri. Ma se l'animale antenato dei vertebrati era senza appendici, supposizione che può essere o non vera, che cosa avrebbe prodotta la prima appendice? La selezione naturale non potrebbe aver conservato i rudimenti delle zampe finchè questi rudimenti non fossero apparsi; e che cosa ha prodotto il primo rudimento?

Si vedrà subito che le variazioni miscellanee che abbiamo considerato non servono al nostro caso, poichè sono variazioni di mole e efficacia di organi già esistenti. Le variazioni negli organi non possono avvenire finchè l'organo non è apparso. La sua origine deve essere stata qualche cosa di nuovo. Appena la appendice diviene grossa abbastanza da poter servire a qualche cosa, si può comprendere il suo sviluppo successivo per opera della selezione naturale. Ma che cosa potrebbe aver prodotto anche una appendice rudimentale utile, sui fianchi di un corpo prima liscio? Deve essere stata una variazione discontinua. Ma questa risposta non toglie interamente la difficoltà.

In primo luogo, ci troviamo di nuovo avanti alla questione già accennata.

Se quest'organo apparve in un individuo, che cosa poteva impedire la sua scomparsa per incrociamiento? Mentre se apparve in molti individui, ecco la questione già fatta delle cause della apparizione simultanea di una variazione discontinua in molti individui. Secondo,

i tipi di variazione discontinua che noi incontriamo oggi ci aiutano poco. Quando vediamo nuovi organi apparire negli animali e nelle piante, essi sono di solito la ripetizione di parti già esistenti; per es., una zampa in più.

Noi non abbiamo ancora trovato esempi di organi assolutamente nuovi come deve essere stato il caso nell'origine delle appendici.

Non è una risposta sufficiente a questa difficoltà il dire che al principio le appendici possono essere state usate per uno scopo completamente differente ed essere state assai piccole. Questa risposta è quella che si dà comunemente, ma essa lascia in realtà l'origine ugualmente oscura. Nulla può cadere nell'ambito della selezione naturale se prima non ha cominciato.

Vari tentativi furono fatti per risolvere questa difficoltà senza ricorrere a variazioni discontinue subitane, ma senza alcun successo vero. Deboli variazioni da ogni lato d'una media non risolvono il problema. L'apparizione, su ogni parte d'un animale sferico, di protuberanze abbastanza grosse per servire a qualche scopo, indica l'apparizione subita di caratteri molto differenti dalle minute variazioni sulle quali si suppone comunemente agire la selezione naturale. Se noi non ammettiamo che le variazioni che producono i principi di tali organi sono qualche cosa di più che leggeri cambiamenti di mole e di efficacia di organi non possiamo trovare nella semplice selezione naturale di variazioni indefinite una spiegazione dell'origine degli organi; se invece noi ammettiamo che le variazioni sono discontinue e possono produrre nuovi organi di qualche mole in un sol salto, allora non possiamo trovare una spiegazione delle variazioni nelle indefinite influenze d'ogni genere che agiscono sugli animali. Dobbiamo quindi o trovare qualche altra forza

che regoli l'origine delle specie o qualche nuovo fattore che spieghi l'apparire di variazioni.

E questo è più che una posizione di controversia. È vero che molta differenza di opinione proviene dalla difficoltà di spiegare i principi degli organi, e che ancora la questione è soggetta a dispute.

Vi sono però alcuni naturalisti i quali sostengono che la difficoltà fu esagerata. Ma al tempo stesso è vero che non fu suggerito alcun metodo soddisfacente per risolvere la difficoltà salvo che di ammettere l'apparizione di nuovi organi, anche se piccoli e rudimentali, per singole variazioni, il che fa delle leggi della variazione la causa reale che ne produce l'evoluzione, e non più la legge della selezione naturale.

Questo fatto portò alcuni dei nostri naturalisti più acuti e osservatori a mettere seriamente in dubbio che la selezione naturale possa considerarsi *vera causa*, mentre convinse altri che mai si potrà trovare una spiegazione della discendenza collo studio della selezione naturale, e che l'unica probabilità di progresso futuro è nello studio delle variazioni in sè stesse.

Esso ha condotto i nostri naturalisti più giovani a ricerche in direzioni completamente nuove, che vedremo in seguito. Esso fece sorgere in America una distinta scuola di evoluzionisti, detti Neo-Lamarckisti ed ha condotto il prof. Weismann ad una posizione in cui ammette l'insufficienza della selezione naturale per risolvere i problemi. Il prof. Weismann, per ragioni che noteremo subito, è divenuto uno dei principali espositori della dottrina della selezione naturale, ma egli ammette anche francamente che " noi dobbiamo cercare di scoprire come avviene che le variazioni utili sono sempre presenti „. Egli riporta con approvazione la risposta datagli da un allevatore di animali alla sua domanda se colla selezione egli po-

teva produrre un dato tipo di animali. Dopo avervi accuratamente pensato la risposta fu che egli lo poteva fare se gli animali gli fornivano il punto di partenza sotto forma di una variazione propria. La selezione non può iniziare il processo di evoluzione.

Con tutte queste testimonianze è evidente che minute variazioni indefinite da ogni lato di una media, che portano alla selezione delle medie, non spiegano gli inizi degli organi.

Le variazioni sono determinate o casuali?

A meno che si supponga che vi siano alcune forze predeterminanti che regolano l'apparizione delle variazioni in linee definite, dobbiamo attenderci che tali variazioni siano indefinite e irregolari. La selezione naturale non induce variazioni in linee definite; essa semplicemente conserva alcune variazioni a spese di altre. Quindi se le variazioni *appariscono* in linee definite, la selezione non è una spiegazione dell'origine delle specie. Una pietra presa a caso in un mucchio non ha ragione per avere una forma piuttosto che un'altra, e se prendiamo un centinaio di pietre vi troveremo un numero indefinito di forme. Ma se trovassimo che ciascuna di queste cento pietre o una grande maggioranza fra esse ha una tendenza ad assumere una qualche forma definita diremmo tosto che vi fu per questo qualche ragione definita. Se noi gettiamo in un lago tutte quelle fra le cento pietre che non sono piatte, ci resteranno solo pietre piatte. La scelta fatta gettando via alcune pietre spiegherà perchè ci rimangano in mano solo pietre piatte, ma non spiega perchè vi fossero tante pietre fin dal principio.

Se la maggior parte di queste pietre avrà una superficie liscia e piatta, spiegheremo forse ciò col fatto che le rocce furono originariamente deposte in strati e che tale stratificazione ha regolato la forma dei pezzi. Sarà quindi la stratificazione che avrà determinato la forma e non la nostra scelta. Quindi se noi vediamo che i frammenti tendono tutti ad assumere qualche forma definita, ne possiamo trovare la spiegazione non nella scelta che noi ne abbiamo fatta, ma in quella serie di condizioni definite che produssero i frammenti.

Ora, applicando questi esempi alla variazione degli animali e delle piante, concludiamo che se le variazioni sono dovute ad agenti vari operanti a caso, esse saranno indefinite in forma ed in estensione. Dobbiamo attenderci di trovare che sono lo stesso genere di variazioni indefinite sulle quali si tentò di fondare la teoria della selezione naturale.

Ma se d'altra parte troviamo che le variazioni hanno tendenza a mostrare una somiglianza in parecchi animali, se esse appaiono in certi organi e non in altri, se appaiono una generazione dopo l'altra, di natura simile, o se appaiono in parecchie generazioni successive sempre nella stessa direzione, allora il problema cambia. Le variazioni saranno allora determinate da qualche legge precedente e non possiamo più esser soddisfatti col dire che le variazioni sono fortuite o coll'ammettere che l'origine delle specie avvenne per opera della selezione di variazioni casuali. Se le variazioni si sviluppano in maniera definita esse devono essere regolate da leggi definite. Se le stesse variazioni appaiono una generazione dopo l'altra devono essere prodotte da una causa comune. Se appaiono in certi organi e non in altri ciò significa che agiscono certe forze definite che influiscono su certi organi e

non su certi altri. Se per una lunga serie di generazioni le variazioni appaiono nella stessa direzione, che la selezione naturale potrà secondariamente conservare, è chiaro che prima della selezione dobbiamo cercare qualche agente che regoli la produzione delle variazioni secondo linee definite. *Se le variazioni sono definite, la selezione non è la causa fondamentale dell'evoluzione.*

Ora lo studio degli animali e delle piante non lascia possibilità di credere che le variazioni siano state di quel carattere "casuale", che talora fu supposto. Se il pavone a spalle nere apparve indipendentemente in parecchie località quasi allo stesso tempo, non possiamo credere che questa sia stata una variazione casuale, ma dobbiamo supporre che in ciò avesse parte qualche legge definita. Forse fu un ritorno ad una condizione precedente, ma certo vi fu qualche cosa di più del caso. Il fatto che gatti a sei dita appaiono frequentemente, e che non sono rari gli uomini a sei dita, indica nuovamente qualche causa regolante fondamentale. Ma più significativi di questi fatti, sono altri che si sono estesi per periodi di tempo assai più lunghi. Per esempio, lo sviluppo dell'occhio descritto più sopra, deve aver richiesto un periodo immenso di tempo, molte e molte migliaia di generazioni, più di quanto non ne abbiamo idea. Questo sviluppo non avrebbe potuto verificarsi se in tutto questo periodo non vi fosse stata una tendenza costante alla variazione negli occhi in una certa direzione definita. L'esempio acquista ancora maggior forza dal fatto che occhi simili furono sviluppati indipendentemente almeno due volte nel regno animale.

L'occhio del vertebrato nella sua struttura generale è molto simile all'occhio della seppia. Ma essi tuttavia presentano differenze sufficienti a dimostrare che non

hanno connessione genetica l'uno coll'altro, e i rapporti d'origine fra la seppia ed il vertebrato sono tali che escludono assolutamente che l'uno possa essere derivato dall'altra. Essi ebbero origine e sviluppo indipendente. Ma nondimeno gli occhi dei due gruppi sono così simili in struttura che noi non possiamo comprenderne l'origine senza ammettere una tendenza, in gruppi di animali differentissimi, a variare in direzioni simili. Non si può già sostenere che questo sia il solo tipo possibile di occhi perchè gli insetti hanno occhi radicalmente differenti. Quindi la presenza di tali organi simili, sviluppatisi indipendentemente, ci dice certamente che vi fu una tendenza a variare in direzioni simili, cioè che vi furono *variazioni determinate*.

La perdita delle dita del cavallo può pure essere menzionata come altro esempio. La riduzione del numero graduale del numero delle dita da cinque ad uno nel cavallo e a due nel bue, fu seguita passo a passo nella serie dei fossili.

Questa riduzione richiese un tempo lunghissimo, molte migliaia di anni e migliaia di generazioni. Ora è chiaro che durante questo lungo periodo devono esser apparse costantemente variazioni di un carattere adatto, perchè la selezione naturale vi agisse sopra. Variazioni nel senso di dita ridotte devono essere apparse di generazione in generazione. Come vi sarebbero state variazioni sempre presenti nella direzione delle dimensioni ridotte, se le variazioni non hanno una tendenza lungo linee definite? Un esempio ancora migliore è lo sviluppo dei denti dei mammiferi che fu seguito con cura attraverso le epoche geologiche. Nello sviluppo dei denti si poté stabilire una linea nettamente definita. Cominciando da un dente semplicemente conico apparvero sulla corona i tubercoli l'uno

dopo l'altro. L'apparizione di questi tubercoli avvenne sempre in ordine definito, e con tale stretta osservanza dell'ordine che i geologi hanno potuto predire accuratamente qual sorta di denti apparirà dietro a quelli di un dato animale nella storia. L'apparizione di queste modificazioni pare essere predeterminata nella natura degli animali e rappresenta così un esempio tipico di variazione determinata.

In direzione differente troviamo esempi dello stesso principio nelle piante. Ve li troviamo certo più facilmente che fra' gli animali, perchè le piante furono studiate con maggior cura. Uno dei migliori esempi lo troviamo nel pomodoro. Il tipo *Mikado* del pomodoro differisce dagli altri tipi in parecchi caratteri. Esso ha foglie meno numerose ma più larghe, coi margini interi. Ha rami decorrenti, ed anche per altri caratteri è molto lontano dai tipi ordinari di pomidori. Ora noi non solo sappiamo quando si originò questo tipo, ma abbiamo prove storiche che lo stesso tipo fece la sua apparizione in parecchi casi indipendenti. Esso apparve dapprima nei *Keys Prolific*, poi nei *Nesbit Victoria* e poi negli anni recenti in due varietà indipendenti *Mikado* e pomodoro a *foglia di patata (Potato-Leaf)*. Questa variazione fu amplissima, e non si può neppure supporre che sia apparsa per l'accumularsi di molti stadi intermedi. Essa è una variazione discontinua, e poichè la vediamo apparire in parecchi esempi indipendenti non è certo il caso di parlare di una variazione fortuita. Vi dev'essere stata qualche cosa nella natura del pomodoro o nelle leggi della variazione la quale ha determinato la riapparizione costante di questo tipo importante di modificazione. Il pomodoro illustra lo stesso principio anche in un altro senso. Durante il secolo decimonono tutto il gruppo dei pomidori venne subendo modificazioni. La primitiva piccola pianta eretta

con frutto piccolo progredi rapidamente a formare un nuovo tipo con rami deboli e sparsi, grossi frutti e molte altre nuove e profonde modificazioni. Certo le varietà moderne sono molto numerose, ma in questi caratteri rappresentano tutte un allontanamento dal tipo originale lungo linee definite. Il movimento in avanti ha agito sull'intero gruppo. Ora non si può dubitare che il progresso sia dovuto ad eredità da un tipo comune. Il pomodoro originale da cui derivarono le varietà moderne non ha alcuno di questi caratteri. Essi sono stati acquistati indipendentemente da vari tipi, per selezione o in altra guisa, ma certamente dimostrano che vi fu una tendenza per le variazioni a seguire linee definite. Se noi studiamo una specie differente di piante, la storia ne è totalmente differente. Nel fagiolo di Lima, per esempio, vi fu una tendenza a produrre varietà nane, e tre forme nane si originarono indipendentemente da tre tipi distinti di fagioli. Lungo altre direzioni si potrebbe seguire lo stesso principio, dimostrando che la direzione della variazione, e quindi della selezione, è determinata prima in qualche modo nella natura della pianta, e non può essere ritenuta avvenire in tutte le direzioni e quindi "fortuita".

Un esempio di carattere differente si può trovare nel confronto degli alberi americani coi loro affini europei. Gli alberi americani hanno foglie che cadono prima in autunno e sono meno profondamente dentate. Le gemme sono più piccole e gli alberi sono più espansi ma con meno rami, e i semi sono più piccoli. Queste differenze sono generali e si applicano ad un grande numero di alberi di ordini distintissimi, e crescenti in stazioni differentissime; esse sono differenze generali fra gli alberi americani e gli europei. Il fatto che tante specie indipendenti di alberi hanno acquistato questi caratteri comuni dimostra che qualche influenza uni-

forme ha agito determinando le variazioni lungo linee definite. Se questi caratteri sono ereditati o non, è una questione importante da considerare ora.

Si potrà osservare che queste considerazioni sulle variazioni lungo linee definite hanno meno importanza in rapporto con quei caratteri che si può supporre progrediscano per medie generali. Certi organi hanno progredito in direzioni definite per molte generazioni, ma se il progresso consiste in un aumento o in una diminuzione dell'organo non è necessaria alcuna legge di variazione determinata per spiegare il fatto. Se è un vantaggio che un organo cresca in dimensione e se le variazioni in questo organo avvengono intorno ad un tipo centrale medio, allora senza necessità di supporre una legge speciale dirigente le variazioni, possiamo comprendere come la selezione naturale continui a modificare la specie in modo da rendere sempre maggiore la mole dell'organo in questione. Per la teoria delle probabilità dovranno sempre esistere individui coll'organo più grosso della media, e ciò è quanto basta. Ma per quei caratteri il cui sviluppo non può essere spiegato col principio delle variazioni attorno ad una media, la spiegazione non è sufficiente. E qui di nuovo la questione dell'origine degli organi si affaccia come una difficoltà. Per spiegare l'origine degli organi parrebbe necessaria qualche specie di variazione determinata.

Variazioni determinate prodotte dall'ambiente.

V'è una serie di fattori che pare naturalissimo di invocare per spiegare l'apparizione delle variazioni lungo linee definite. È una spiegazione che nella sua origine precede la teoria della selezione naturale, e

che ha occupato un posto importantissimo nelle discussioni degli ultimi anni. È un fattore riconosciuto da Darwin e studiato da lui colla sua abituale accuratezza, ma che negli ultimi anni fu dagli uni portato anche più in alto di quanto Darwin l'avesse posto, dagli altri negato recisamente come privo d'influenza. È un fattore che a primo aspetto sembra fornire proprio quanto manca alla teoria della selezione naturale, tanto più che esso spiega la variazione determinata e l'apparizione di variazioni dove sono necessarie.

Per spiegare la variazione determinata si richiede una forza agente sugli organismi in maniera uniforme. Tale forza si ritrova nell'azione dell'ambiente sull'individuo.

Nell'ambiente abbiamo una forza che agisce simultaneamente su molti individui e su tutti gli individui di una stessa specie in una stessa località in modo essenzialmente identico. Inoltre abbiamo nell'ambiente una forza che continua ad agire su una generazione dopo l'altra e che possiamo ammettere produca effetti simili sulle generazioni successive. Inoltre è una forza che produce modificazioni in speciali organi che ne abbisognano, e non solo variazioni casuali. In apparenza noi abbiamo qui proprio ciò che ci abbisogna per supplire alle deficienze della selezione.

Questi fattori sono di diverso genere. In prima linea stanno l'influenza dell'uso e del non uso, l'influenza diretta dell'alimento e del clima, e l'influenza dello sforzo sulla parte dell'individuo.

Questi fattori sono i *fattori Lamarckiani*, benché più specialmente quello dell'uso e del disuso sia il vero fattore Lamarckiano. L'essenza della teoria che comprende questi fattori è che l'ambiente influisce prima sull'individuo, e che le modificazioni prodotte da esso vengono poi trasmesse per eredità. Le variazioni nel-

l'individuo sono prodotte per le influenze su di esso dell'ambiente che varia. L'uso aumenta, il disuso diminuisce gli organi: i cambiamenti di clima e d'alimento producono sempre effetti importanti sopra la struttura dell'animale o della pianta. Le variazioni sono quindi portate dall'ambiente, e poichè le variazioni sono i materiali di costruzione dell'evoluzione, sono gli effetti prodotti dalle modificazioni dell'ambiente che costituiscono la causa reale dell'evoluzione.

Dell'influenza dell'ambiente sull'individuo nessuno fa questione. L'influenza dell'uso nell'aumento delle dimensioni di un organo si vede ogni giorno, per es. nello sviluppo del braccio di un fabbro. Ovunque vediamo l'effetto dell'alimento che contrasta l'accrescimento se è scarso e lo aumenta se è abbondante. L'effetto del clima è pure evidente, come lo prova lo oscuramento della pelle degli Europei sotto il sole tropicale. Nulla è certamente più provato o meglio apprezzato che gli effetti modificanti dell'ambiente sull'individuo.

Ma la questione se questi effetti influiscano sulla razza è interamente differente. Non v'è ragione per pensare che il fabbro trasmetta a suo figlio dei muscoli più grossi pel fatto che ha sviluppato i suoi. Per quanto il suo braccio possa esser aumentato per l'uso, suo figlio non eredita alcun vantaggio, ma deve cominciare la vita colle stesse braccia deboli che il padre ebbe alla nascita. In questo caso l'effetto dell'uso non viene, per quanto possiamo dire, ereditato. Ma, benchè in casi come questo non vi sia ragione per credere che l'effetto dell'uso e del non uso possa venire ereditato, tuttavia fin dal principio del secolo decimonono, quando l'idea fu esposta da Lamarck, si credette che gli effetti dell'uso e del non uso potessero avere eventualmente qualche influenza sui discen-

denti. Lamarck fu il primo ad esporre la teoria dell'evoluzione in una forma affine a quella moderna, e fondò la sua teoria quasi esclusivamente sugli effetti dell'uso e del non uso trasmessi per eredità. Darwin riconobbe lo stesso principio e lo considerò come un fattore importante contribuente all'origine delle specie, ma di piccola influenza se confrontato coll'azione più potente della selezione naturale.

Ma negli ultimi venticinque anni, certi naturalisti americani hanno portato questo fattore ancora in prima linea, facendone il più importante fra i fattori contribuenti alla formazione delle specie. Questi naturalisti costituiscono la scuola Neo-Lamarckista.

Vi sono certamente molti fenomeni in natura che sembrano avere una pronta spiegazione secondo l'idea degli effetti ereditati dell'uso e del non uso, e che apparentemente non sono intelligibili su altre basi. Per esempio, il forte sviluppo dei muscoli che servono all'antilope per correre o al leone pel salto può essere facilmente spiegato coll'uso, mentre la perdita degli occhi in animali viventi nelle caverne dove gli occhi non vengono usati, può facilmente essere spiegato col disuso. Inoltre questi fattori Lamarckiani richiedono che vi siano variazioni dove sono richieste. Infatti se l'uso può produrre delle variazioni esse avverranno nell'organo usato ed avranno una relazione diretta coll'aumento dell'efficacia dell'organo. Se il disuso produce la decadenza dell'organo, le variazioni nel senso della diminuzione appariranno di generazione in generazione finchè l'organo manca di uso e fino a che scompare. Tali variazioni avverrebbero quindi in una definita direzione e sarebbero continuate per molte generazioni. Esse sarebbero quindi variazioni *determinate*. Esse risponderebbero esattamente a quelle richieste cui deve rispondere una teoria dell'origine delle variazioni.

Se gli effetti dell'uso e del non uso sono fattori nella produzione delle variazioni, noi possiamo comprendere come le dita esterne del cavallo continuarono a diventare più piccole pel disuso, mentre l'interna diventò più grossa per l'uso, e come questo processo progredì di età in età. L'uso e il non uso fornirebbero così le variazioni continuate a lungo in direzioni definite. L'effetto diretto dell'ambiente fornirebbe una spiegazione del perchè molti animali possono variare indipendentemente ma simultaneamente nella stessa direzione. Per esempio, il clima e l'alimento spiegherebbero le differenze fra gli alberi americani e quelli europei a cui abbiamo accennato.

Se l'uso e il non uso sono fattori reali dell'evoluzione, la loro influenza sarebbe grande, anche se la variazione trasmessa al figlio in una sola generazione fosse piccolissima. Poichè le variazioni prodotte dall'uso e dal non uso avverrebbero in direzioni definite e, nei luoghi ove fossero necessarie, il loro effetto si accumulerebbe col tempo. L'uso di una parte avrebbe quindi una influenza determinante l'apparizione della variazione e la selezione naturale sarebbe grandemente aiutata dalla apparizione delle variazioni nella direzione in cui erano richieste. Evidentemente questi fattori Lamarckiani ci aiuteranno a risolvere alcune delle difficoltà incontrate colla selezione naturale, purchè però siano dei fattori reali nella natura. Ma recentemente fu affacciata la questione se essi siano fattori reali e se esercitino una qualche parte nell'origine delle specie. Dopo essere stati riconosciuti ed accettati generalmente per quasi un secolo essi vengono oggi guardati con scetticismo. È in primo luogo evidente che per quanto utili possano essere gli effetti dell'uso e del non uso negli animali, essi servono ben poco per le piante, poichè queste non sono attive e non

usano nè cessano di usare i loro organi. Ora noi troviamo organi che crescono e diminuiscono secondo la loro utilità nelle piante, come negli animali. La perdita degli stami in un fiore pistillifero è una difficoltà identica a quella della perdita delle dita nel cavallo. Ma la perdita degli stami non può essere dovuta al disuso, poichè gli stami sono parti puramente passive nella vita delle piante.

Si potrebbero citare centinaia di altri esempi di organi privi di valore reale che scompaiono, ma che non sono usati in senso attivo quando sono presenti. Si presenta quindi la questione se noi abbiamo realmente migliorata la nostra posizione collo scoprire un fattore che può essere supposto spiegare la perdita degli organi negli animali, ma che manca allo scopo per gli stessi fenomeni nelle piante.

Ma i fattori Lamarckiani sono fattori *reali*? Se gli effetti dell'uso e del non uso hanno una influenza sulla razza, essi possono perpetuare i loro effetti solo coll'essere ereditati. Se queste variazioni nell'individuo sono trasmesse esse hanno un'influenza importante sulla discendenza, ma se non vengono ereditate esse non hanno alcuna parte nell'origine delle specie. La questione dell'efficacia dei fattori Lamarckiani si risolve in una questione di eredità, e quindi lasceremo altre considerazioni sulla variazione ad un altro capitolo, e rivolgeremo la nostra attenzione allo studio della eredità.

Quindici anni or sono parve che la teoria della selezione naturale stesse per essere in parte abbandonata, e il suo posto stesse per essere occupato da altre forze regolanti la discendenza degli organismi, fra le quali stavano in prima linea i fattori Lamarckiani. Le varie obiezioni alla selezione naturale, alcune delle quali abbiamo già menzionate, furono realizzate, e furono considerate da un numero crescente di naturalisti così

forti da rendere quasi impossibile l'accettazione della selezione naturale come spiegazione di tutti i fenomeni della formazione delle specie. Se alcuno si fosse a quel tempo arrischiato a fare una predizione, questa sarebbe stata che prossimamente qualche altro fattore sarebbe stato sostituito alla selezione di minute variazioni fortuite. Certamente nessuno avrebbe predetto che il prossimo passo sarebbe invece stato il ristabilimento della teoria della selezione naturale su basi più forti che mai e il tentativo di elevarla ad una posizione così alta da negare l'esistenza di qualunque altro fattore, facendola non solo efficiente ma sufficiente. E tale fu il caso. Quindici anni dopo la morte di Darwin il suo principio della selezione naturale fu posto su nuove fondamenta ed elevato ad una posizione alla quale Darwin stesso neppure pensava potesse essere elevata.

Questo cambiamento fu prodotto dallo studio dell'eredità; e colla pubblicazione di un breve saggio di Augusto Weismann *Sull'Eredità* nel 1883 si inaugurò una nuova era nello studio della scienza biologica. Questa data, per la modificazione dei metodi del pensiero e delle linee da seguire nell'esperienza, fu quasi tanto importante quanto quella della pubblicazione della *Origine delle Specie*. Nessuna teoria biologica certo ebbe dopo l'enunciazione di quella della selezione naturale, tale effetto stimolante sul pensiero biologico, come le nuove idee suscitate dalle considerazioni sulle teorie di Weismann. Questo almeno dobbiamo ammettere, che noi ammettiamo o non la verità di queste teorie.

Riassunto.

Le variazioni sono le pietre colle quali fu costruito l'organismo, ma fino agli ultimi quindici anni, esse non furono studiate seriamente. Ora che fu data maggior attenzione ad esse, abbiamo appreso certi fatti che Darwin non comprese. Abbiamo appreso che le variazioni, cioè gli allontanamenti dal tipo normale, sono estremamente abbondanti. E non solo sono molto numerose negli animali domestici, ma sono forse ugualmente abbondanti nelle specie allo stato di natura. Esse avvengono in tutti gli organi e sono di ogni qualità; sono di solito piccole, ma spesso anche di maggiore estensione, e talora anche di circa il venticinque per cento. Abbiamo appreso che queste variazioni si aggruppano intorno ad una media in modo che, grossolanamente parlando, metà degli individui è sopra la media e metà sotto, per riguardo a qualche definito carattere. Abbiamo quindi trovato che i fatti della variazione come esistono negli animali indicano un probabile progresso secondo il principio delle medie, e non per selezione di variazioni singole, anche se utili. Questa fu forse una delle più importanti modificazioni nel concetto dell'evoluzione che risultò dallo studio pratico delle variazioni.

Ma abbiamo anche veduto che le variazioni non hanno tutte questo carattere. Abbiamo veduto che, sia stata o non l'evoluzione continua, è certo che le variazioni sono frequentemente discontinue. Oltre ai piccoli distacchi dal tipo medio, avvengono sempre variazioni di significato così profondo che vengono chiamate "mostruosità" o "scherzi". Ma ha poca importanza che si debbano chiamare mostruosità o non, perchè

pare vi siano buone ragioni per credere che esse sono talora il principio di nuove razze e quindi anche possibilmente di nuove specie. In altre parole, lo studio della variazione ha dimostrato che le variazioni discontinue possono essere un fattore nella origine delle specie. Ma ancora non fu stabilito se esse siano o non un fattore importante, perchè i naturalisti sono ancora discordi su tale quistione.

Abbiamo inoltre appreso che pare vi siano buone ragioni per credere che le variazioni siano "determinate", che avvengano cioè secondo linee definite e che siano quindi regolate da qualche forza che precede la scelta naturale. Benchè tale conclusione sia quasi indimostrabile, la convinzione generale è favorevole. Chiedendoci la causa della variazione determinata, abbiamo notato che nell'azione dell'ambiente sugli animali e sulle piante abbiamo una forza che agisce costantemente che si potrebbe supporre adatta a produrre appunto quelle variazioni in linee simili per molte generazioni insieme. L'ambiente agisce ugualmente su molti individui, e si può supporre produca in essi gli stessi effetti. Inoltre l'ambiente, intendendo con questa parola l'uso e il non uso come il clima e l'alimento, produrrà variazioni negli organi ove son richieste modificazioni per adattare l'animale alle sue condizioni. L'ambiente pare quindi essere l'agente richiesto per spiegare le variazioni determinate. Ma noi abbiamo veduto, che, perchè l'ambiente sia o non questo agente, dipende dalla trasmissibilità alle generazioni future degli effetti prodotti dalle azioni esterne, poichè se queste non vengono trasmesse, non possono rappresentare parte alcuna nel processo evolutivo. Questo ci porta alla questione della eredità che include anche quella della origine delle variazioni.



CAPITOLO V.

Eredità.

L'eredità è l'anello che lega insieme le generazioni successive. È dessa che rende possibile ad una generazione di trar profitto degli acquisti della generazione precedente. Se non fosse per la eredità ogni generazione sarebbe obbligata a ricominciare di nuovo la sua evoluzione. Ma l'eredità mantiene i caratteri che ogni generazione acquista e li trasmette al futuro. Ogni generazione riceve un legato che può aumentare e quindi il processo dell'evoluzione può procedere per accumulazione. L'eredità fu sempre riconosciuta come un fatto, non più oggi che duemila anni fa; ma la questione, dopochè venne investigata in rapporto colla teoria della discendenza, ha assunto negli ultimi quindici anni un aspetto molto differente da quello che ebbe nei secoli precedenti.

Variazioni acquisite e variazioni congenite.

Prima di imprendere a trattare delle moderne teorie dell'eredità che stanno al fondo della discussione biologica moderna, ci sarà utile di rendere l'argomento

più chiaro distinguendo bene due generi ben diversi di variazioni negli animali e nelle piante, cioè le variazioni *acquisite* e le variazioni *congenite*. Una distinzione fra questi due tipi di variazione venne chiaramente riconosciuta da Darwin e dai suoi seguaci. Fu tale distinzione che in larga misura formò la differenza fra le sue idee e quelle di Lamarck. Ma nonostante che tale distinzione fosse stata fatta fin dai primi tempi dell'evoluzionismo, fu solo la teoria dell'eredità avanzata da Weismann che per la prima volta mise questi due tipi di variazione in così forte contrasto che la distinzione radicale fra esse venne riconosciuta.

I caratteri acquisiti sono quelli prodotti nell'individuo dall'azione diretta dell'ambiente su di esso come individuo.

Il termine non è dei più adatti, perchè tutti i caratteri, anche quelli congeniti, devono essere stati acquisiti una volta, ma poichè questo termine è di uso comune, lo impiegheremo in questa discussione. I caratteri congeniti sono quelli che l'individuo eredita. La distinzione fra questi due tipi di caratteri è sufficientemente chiara in teoria, benchè non sia sempre facile nè possibile in pratica distinguere l'una dall'altra. I caratteri acquisiti sono il risultato dell'azione di condizioni esterne; i caratteri congeniti sono il risultato di condizioni interne. Caratteri acquisiti sono quindi tutti quelli che risultano dall'azione dell'uso e del non uso, dall'effetto di mutilazioni, dall'azione del clima sull'individuo o dal cambiamento di alimento, ecc. Carattere congenito è tutto ciò che l'individuo eredita dai parenti, o qualsiasi carattere che è nato nell'individuo. Non è necessario che un carattere congenito appaia alla nascita stessa, poichè molti caratteri congeniti appaiono allo stato adulto. Per esempio, un figlio può ereditare dal padre i capelli neri, ma questo colore

nero appare solo dopo parecchi anni di vita, e il colore dei capelli durante l'infanzia è più chiaro. Ciò rende difficile spesso il determinare se un carattere è congenito o acquisito.

Se un uomo prende ad usare bevande alcooliche e sviluppa una forte tendenza per l'alcool, come potremmo noi dire se quell'uomo sviluppò quella tendenza perchè prese l'abitudine di bere, o se prese l'abitudine di bere perchè aveva una innata tendenza all'alcool? Inoltre vi ha una differenza fra un carattere congenito e un carattere strettamente ereditario. Un carattere ereditario deve essere presente nei genitori e venire trasmesso al discendente; ma un carattere congenito può anche non essere presente nei genitori. Può accadere frequentemente che qualche influenza agisca sulla sostanza germinale onde deriva l'individuo in modo da produrre in esso caratteri che i suoi genitori non avevano. Tali caratteri faranno naturalmente parte della natura dell'individuo quando esso è nato, benchè non siano propriamente ereditati dai genitori, e saranno quindi veramente congeniti. E ciò rende ancora più difficile il distinguere in pratica fra caratteri congeniti e caratteri acquisiti. Poichè come è possibile dire in riguardo ad un carattere, che appare per la prima volta in un individuo, se sia stato prodotto in lui per l'azione diretta dell'ambiente sopra di esso come individuo o sia dovuto a qualche modificazione della sostanza germinale onde l'individuo si svolse e quindi il carattere sia congenito?

Questa difficoltà per distinguere le due classi di caratteri ebbe, come vedremo, una grande portata sui problemi della eredità, ma tale difficoltà non rende però le due classi meno distinte.

Si può dire che un individuo comincia la sua vita dal momento che l'uovo da cui si sviluppa viene fe-

condato dallo spermatozoo. Ora le influenze che determinano i caratteri che l'individuo dovrà avere possono essere precedenti o susseguenti a quel momento. Se sono precedenti alla fecondazione esse agiscono non sull'individuo direttamente ma semplicemente sulla sostanza germinale (uovo o spermatozoo) dalla quale esso deve svilupparsi, e, per rapporto all'individuo, i caratteri sono congeniti. Se invece esercitano la loro influenza dopo che la fecondazione è avvenuta agiscono solo sull'individuo e quindi i caratteri sono "acquisiti". Ora, benchè questi due tipi di caratteri siano stati riconosciuti prima di Weissmann, essi non furono prima di lui separati così nettamente come aventi relazioni così radicalmente differenti col problema della discendenza. La distinzione era considerata più di grado che di qualità. In tutti gli scritti di Darwin e dei suoi seguaci le variazioni vengono generalmente attribuite a cambiamenti del clima e dell'ambiente, e poiché tali cambiamenti influiscono sull'individuo direttamente, le variazioni sono *acquisite*. Ma troviamo anche in quegli scritti che gli animali nascono con una tendenza inerente a variare, e queste variazioni sono congenite. Entrambi questi tipi di variazione sono stati accettati come contribuenti al processo generale della discendenza. Ma Darwin fondò la sua teoria molto sulle variazioni congenite, mentre Lamarck basò la propria sui caratteri acquisiti. Darwin disse che l'evoluzione fu prodotta dalla selezione di variazioni casuali, la maggior parte delle quali erano congenite. Lamarck e i Neo-Lamarckisti dicono che l'evoluzione fu prodotta in gran parte dagli effetti conservati dell'ambiente sull'individuo. Il darwinismo è una teoria della discendenza *con selezione*, il lamarckismo una teoria della discendenza *con modificazione*. Fino al tempo di Weissmann la distinzione fra queste due teorie fu in gran

parte di grado, poichè entrambe ammettevano i due fattori. Ma dopo Weismann i due tipi di variazione sono stati nettamente distinti e la relazione fra le due teorie è ora quasi di esclusione reciproca. I weismannisti negano assolutamente il fattore Lamarckiano, mentre i Neo-Lamarckiani relegano il fattore della selezione naturale in una posizione molto subordinata. La causa di questa differenza radicale si trova nella teoria dell'eredità esposta da Weismann. Dobbiamo quindi abbandonare per ora la discussione dei fattori della discendenza e considerare invece particolareggiatamente la nuova teoria dell'eredità.

Teoria di Weismann sulla eredità.

Per un secolo e più gli scienziati hanno esposto varie teorie sulla eredità. È realmente la più grande meraviglia della natura che un figlio sia uguale ai suoi genitori. I tentativi per trovare una spiegazione di questa meraviglia hanno prodotto molte ipotesi e teorie con vari gradi di assurdità. Anche Darwin, così tanto nell'avanzare teorie, ne formulò una dell'eredità, che chiamò della *pangenesi*. Egli si sentì forzato a ciò fare perchè è così evidente che tutto il concetto della selezione naturale, o di qualsiasi teoria dell'evoluzione è fondato sulla eredità, poichè solo quei caratteri che vengono trasmessi per eredità possono avere una influenza sul processo di discendenza.

Bisogna quindi comprendere qualcosa di questo processo d'eredità prima di sostenere che abbiamo trovato anche solo il principio di una spiegazione della origine delle specie. Questo sentimento portò a suggerire molte teorie, l'una dopo l'altra, quale spiega-

zione della eredità. Per quanto riguarda la maggior parte delle teorie che precedettero quella di Weismann si può dire che possono essere respinte come fantastiche e visionarie ed è dubbio che siano mai state accettate da alcuno all'infuori dei loro autori. È anche dubbio se i loro autori stessi avessero molta fiducia in esse. Ricordando, ciò è sorprendente, che la nuova teoria esposta da Weismann non solo sia stata sostenuta da altri all'infuori dell'autore, ma anzi, come vedremo, sia stata adottata con grande unanimità come la vera base dell'eredità, benchè molti scienziati ritengano necessario di modificare la teoria in certi punti.

La ragione di questo trattamento differente è duplice. In primo luogo le precedenti teorie erano puramente ipotetiche, straordinariamente complicate e domandavano sforzi impossibili di immaginazione. La teoria di Weismann è semplice e logica e appare come una spiegazione naturalissima dei fatti. In secondo luogo, mentre le altre teorie furono pure ipotesi, non provate da alcuna evidenza, quella di Weismann ha ricevuto grande appoggio dalla osservazione diretta. Tralasciando tutte le altre teorie come di poco significato oggi, volgiamoci subito alla teoria di Weismann. Il significato dei dibattiti che s'agitano nella biologia dipende talmente da una piena comprensione di questa teoria che essa deve venire spiegata un poco a lungo. Meglio la comprenderemo se la considereremo fino ad un certo grado dal lato storico. Il concetto originale della teoria fu modificato notevolmente dalle scoperte recenti, ma noi meglio ne apprezzeremo la forma attuale studiandone prima la forma originale e considerando in seguito le principali modificazioni che vi furono apportate. La teoria quale venne dapprima proposta era essenzialmente così:

La essenza della eredità.

Se noi consideriamo il processo di riproduzione nelle più semplici forme unicellulari, il problema dell'eredità si spiega da sè stesso. In questo caso abbiamo l'animale intero fatto di una semplice massa di protoplasma (fig. 8) e la sua riproduzione consiste solo nel dividersi della massa in due metà equivalenti. Quando questa massa di materia vivente si divide in due parti è facile capire che queste devono essere simili, poichè ciascuna è la metà della stessa cellula vivente. Qui non v'è questione di madre e figlia e la somiglianza fra i due individui risultanti dalla divisione è una conseguenza logica del processo. Ma quando si riproduce un animale più elevato il processo è radicalmente differente. L'animale non si divide in due metà, ma una sola cellula, una parte minutissima dell'adulto viene separata per svilupparsi in un nuovo individuo. Pel momento lasceremo in disparte la questione dell'unione sessuale che riprenderemo in seguito. Questa cellula riproduttiva è l'uovo. Questa cellula è un corpo veramente straordinario, perchè, sebbene ben poco possiamo dire della sua struttura interna, tuttavia sappiamo che questa deve essere tale da contenere potenzialmente l'adulto. Facciamo per con-



Fig. 8. — *Amoeba*. Cellula senza membrana; *n* nucleo; *f* particella di cibo assorbita.

venienza un caso concreto, e diciamo che l'uovo di una stella di mare contiene potenzialmente una stella di mare. Con ciò noi intendiamo soltanto che la sua struttura è tale che, quando sia posta in condizioni adatte, si svilupperà in una stella di mare, mentre un altro uovo molto simile posto nelle *stesse* condizioni si svilupperà in un riccio di mare. Se queste due uova poste in condizioni identiche si sviluppano l'uno in stella, l'altro in riccio di mare è chiaro che le differenze fra questi due adulti devono essere rappresentate da corrispondenti differenze nell'uovo. Inoltre è chiaro che tutti i caratteri ereditati dall'adulto devono essere rappresentati da differenze corrispondenti delle uova. Quindi questa cellula sola deve avere una struttura rappresentante in qualche modo l'intera stella.

Quando un uovo comincia a svilupparsi dapprima si divide in due metà. Ora come possiamo comprendere che le due metà di un animale unicellulare sono uguali, poichè ciascuna è metà della stessa cellula-individuo, così possiamo comprendere come ciascuna metà dell'uovo diviso sia uguale all'altra. L'uovo si è semplicemente diviso in due metà, e se l'uovo originale possedeva il potere di svilupparsi in una stella di mare adulta con certi caratteri definiti, così ogni metà avrà poteri uguali, purchè la divisione sia tale da dividere il materiale ereditario in due metà equivalenti, e non in due metà disuguali. Ora noi possiamo facilmente comprendere come questo processo prosegua indefinitamente, una divisione dopo l'altra, e, finchè il metodo di divisione rimane lo stesso, ogni cellula risultante avrà gli stessi poteri. Sarà una ripetizione del processo che avviene nell'animale unicellulare; ogni cellula sarà simile all'altra, poichè ciascuna è metà dell'altra. Perciò ne conseguirebbe che se l'ovo-cellula originaria possedeva il potere di svilupparsi in un adulto

con caratteri definiti, ciascuna di queste divisioni avrebbe il potere di svilupparsi in un adulto simile.

Ma dopo un certo tempo, in accordo colla teoria, comincia un nuovo tipo di divisione. Fra le cellule interviene un *differenziamento*. Il materiale ereditario in qualcuna delle cellule non si divide più in modo che le singole cellule siano identiche, ma in modo che esse ricevono porzioni differenti della sostanza ereditaria. Come esempio, immaginiamo una serie di sferule disposte in una linea e ciascuna differente dalle altre. Se questa serie di sferule vien divisa nel senso della lunghezza (fig. 9 AB) ogni metà sarà uguale all'altra ed



Fig. 9.

uguale alla serie originale, salvo per le dimensioni, poichè ciascuna sferula sarà metà dell'altra. Ma se la divisione avviene in senso perpendicolare ad AB le due metà della serie non saranno più uguali. L'uno di questi metodi produce semplicemente la moltiplicazione, l'altro il differenziamento. Ora se immaginiamo i caratteri ereditari nell'uovo della stella di mare paragonabili alla nostra supposta serie di sferule, vediamo che fino a tanto che la divisione delle cellule ha un carattere paragonabile alla divisione longitudinale secondo AB le parti risultanti saranno equivalenti, per quanto riguarda i caratteri ereditari. Se però avviene una divisione paragonabile a quella trasversa, le cellule risultanti diverranno dissimili, e ciascuna di esse riceverà solo una porzione dei caratteri ereditari.

L'essenza della teoria di Weismann è che ad un certo periodo del primo sviluppo dell'uovo, le cellule

(o materiale ereditario) vengono separate in due parti. In una delle parti le cellule cominciano a dividersi pel processo di differenziamento descritto più sopra.

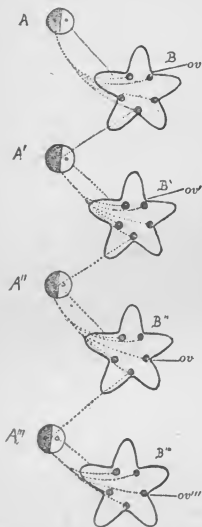


Fig. 10. — Diagramma illustrante il principio di eredità.

Questa porzione della sostanza ereditaria è chiamata da Weismann *somaplasma*, perchè è ora incaricata di costruire il corpo della stella in via di sviluppo. Per semplicità immaginiamo che una metà dell'uovo in divisione (fig. 10) sia il *somaplasma*. Secondo la teoria questa parte prosegue a dividersi e diviene sempre più differenziata ad ogni divisione. Mentre continua a dividersi le parti nuovamente formate vengono separate per formare i differenti organi della stella di mare, alcune formando l'apparato digerente, altre le braccia, ecc., ed ogni parte riceve naturalmente quella parte del materiale ereditario che è richiesta per la formazione dell'organo in que-

stione. Col tempo questa metà dell'uovo si sviluppa in una nuova stella di mare che nasce dall'uovo e che chiamiamo la seconda generazione (fig. 10).

Nel frattempo l'altra metà dell'uovo (fig. 10) ha

avuto una storia molto differente. Essa conserva il metodo di divisione corrispondente alla scissione longitudinale, così che non avviene alcun differenziamento nella sua sostanza.

Ciascuna delle cellule nascenti da questa metà contiene perciò identica sostanza ereditaria, e ciascuna di queste cellule avrà quindi gli stessi caratteri dell'uovo originario.

Se l'uovo originale possedeva il potere di svilupparsi in una stella di mare con certi caratteri definiti, ogni cellula risultante da questa divisione non differenziata avrà lo stesso potere. Ora questa metà dell'uovo *non* contribuisce a formare il corpo della seconda generazione. Essa semplicemente *rimane dentro* alla stella di mare che si sviluppa dall'altra metà dell'uovo. Ne consegue perciò che la nuova stella di mare ha nel suo corpo una certa quantità di materiale proveniente dall'uovo originale e che non ha cambiato per nulla durante lo sviluppo dell'uovo. Ogni cellula in questo materiale è identica nei suoi poteri all'uovo originale pel metodo della divisione indifferenziata. La sostanza ereditaria è aumentata in massa per l'accrescimento, ma non ha cambiato il suo carattere. Ora questa massa di cellule ereditarie nel corpo della stella di mare in via di sviluppo finisce per allogarsi nelle ovaie. Le ovaie così vengono a contenere un gruppo di cellule che derivarono direttamente dall'uovo senza differenziamento (fig. 10 *ov*).

Le ovaie della nuova stella di mare contengono quindi un grande numero di cellule che non debbono paragonarsi alle altre cellule del corpo. Esse derivano per discendenza diretta, senza differenziamento, dall'ultimo uovo, e quindi ognuna possiede, quanto all'eredità, gli stessi poteri dell'uovo. Le altre cellule dell'uovo hanno perduto questo potere di trasmettere

caratteri ereditari poichè provengono da divisione differenziata. Le cellule dell'ovaia col tempo divengono uova. Quando la stella di mare diviene adulta una delle cellule dell'ovaia viene separata dal corpo come uovo (fig. 10 A'), e, in condizioni adatte si produce un nuovo individuo. È chiaro che questo nuovo individuo nascente dal secondo uovo sarà uguale al primo individuo nato dal primo uovo, perchè, come abbiamo veduto, il secondo uovo contiene materiale germinale identico, derivato dalla metà non differenziata del primo uovo. Quindi la terza generazione di stelle di mare sarà esattamente uguale alla seconda. Nello sviluppo dell'uovo di questa si ripete lo stesso processo. Una parte di esso si sviluppa a formare il corpo, l'altra parte resta indifferenziata, dividendosi però e crescendo, e viene alla fine immagazzinata nelle ovaie della generazione seguente. Evidentemente gli animali della seconda e della terza generazione saranno uguali e noi potremmo concludere che la terza generazione ha ereditato dalla seconda. Ma in realtà la terza generazione *nulla ha ereditato dalla seconda*. Essa è uguale solo perchè si è sviluppata da una parte dello stesso *plasma germinativo*.

In questo modo si vede che la sostanza germinale è continua di generazione in generazione. Ogni individuo porta nel suo corpo una certa quantità di questa sostanza germinale che è d'ordinario conservata nella ghiandola riproduttiva. Quando un nuovo individuo appare per riproduzione, una parte di questa sostanza germinale è presa dalla riserva per formare un uovo. Nello sviluppo dell'uovo la sostanza germinale si moltiplica, e una nuova riserva di essa viene conservata nell'ovaia della seconda generazione. L'eredità è così spiegata. Le generazioni successive sono uguali perchè sono regolate nel loro sviluppo da parti di uno stesso materiale germinale.

Per quanto concerne i caratteri ereditati ogni individuo è piuttosto un depositario che un testatore; egli riceve del materiale germinativo che trasmette alla generazione seguente, ma non dà nulla di sua competenza.

La essenza della variazione.

Non v'ha quindi alcuna difficoltà a comprendere la somiglianza delle generazioni. Ma logicamente, per la teoria che abbiamo esposto, esse sarebbero non solo quasi uguali, ma *identiche*. Provenendo esse da pezzi di sostanza germinale identica non vi sarebbe possibilità di alcuna differenza ereditata. Le sole variazioni possibili sarebbero quelle prodotte nell'individuo per l'azione diretta dell'ambiente su di esso. Ma ciò sarebbe disastroso per qualunque teoria dell'evoluzione; renderebbe le variazioni congenite impossibili e avrebbe per risultato una costanza assoluta delle generazioni successive. L'evoluzione delle specie sarebbe impossibile.

A questa difficoltà supplisce un secondo fattore nel processo riproduttivo. Nella riproduzione ordinaria degli animali e delle piante il nuovo individuo non proviene solamente dall'uovo. La riproduzione sessuale è quasi universale negli animali e nelle piante, ed universale negli ordini elevati. Ora nella riproduzione sessuale vi è sempre una unione di due parti differenti di sostanza germinativa, derivate di solito da due individui differenti. Una parte è l'*uovo*, l'altra parte è lo *spermatozoo* o cellula sessuale maschile. Entrambi questi elementi contengono materiale germinale (cioè ereditario) e si uniscono l'uno all'altro nel processo di fecondazione, così che la generazione seguente viene da una porzione della sostanza germinale proveniente da *due* in-

dividui differenti. Se quindi i due genitori sono in qualche grado dissimili fra loro, il figlio che ne risulta non può essere uguale ad entrambi, ma sarà uguale all'uno o all'altro o differente da entrambi. L'uovo fecondato essendo composto di sostanze germinali derivate da due fonti differenti e mescolate insieme, è probabilissimo che l'individuo risultante sia un compromesso fra i due genitori.

La mescolanza del materiale germinale sarà differente da ciascuno dei due genitori, e quindi l'individuo risultante presenterà delle variazioni congenite, cioè variazioni dovute alle particolarità della sostanza germinale dalla quale è derivato, e che saranno quindi innate nella sua natura. E qui noi troviamo la possibilità di una quantità indefinita di variazioni congenite. Riconoscendo le differenze che esistono fra gli individui e ricordando che la unione sessuale nella maggior parte degli animali e delle piante avviene ora fra una coppia di individui ed ora fra un'altra, è evidente che neppure in due casi vi sarà probabilità di combinazione identica di sostanza germinale fra due individui. Anche se gli stessi due individui continueranno ad accoppiarsi insieme ripetutamente è ugualmente evidente, considerando la grande complessità del materiale germinativo, che le due parti provenienti dai due genitori, non si mescoleranno sempre esattamente allo stesso modo. Quando noi mescoliamo due sostanze complesse vi è una possibilità quasi infinita di varietà nella mescolanza. Perciò in questo processo di combinazione del materiale germinale nella riproduzione sessuale vi è una opportunità notevole per l'inizio delle variazioni congenite. La riproduzione sessuale sembra quindi essere un fenomeno il cui scopo in natura sia di introdurre la variazione e quindi di rendere possibile l'evoluzione.

È inoltre evidente che tali variazioni tenderanno ad essere trasmesse alle generazioni seguenti. La sostanza germinale che viene trasmessa alla generazione seguente è una mescolanza di materiale germinale, e se questa mescolanza produce una variazione nella prima generazione seguente, influirà in simil guisa su tutte le generazioni seguenti. Ad ogni riproduzione essa verrà combinata sessualmente con un'altra parte proveniente da un nuovo individuo; ma quando una variazione è nel plasma germinativo influirà certamente sulle generazioni susseguenti, a meno che qualche altra combinazione non la neutralizzi. Essendo la sostanza germinale la base delle generazioni susseguenti, ogni variazione, una volta incorporata, verrà trasmessa ai discendenti. Le variazioni congenite avranno quindi una forte tendenza ad apparire nelle generazioni seguenti.

D'altra parte nessuna variazione che appaia nel corpo dell'individuo come conseguenza dell'azione dell'ambiente su di esso sarà conservata. Solo il carattere del plasma germinativo determina l'eredità delle generazioni seguenti.

Come abbiamo veduto il corpo dell'individuo ha semplicemente il mandato di custodire questa sostanza e nessun cambiamento nei caratteri dell'individuo può influire su di essa. Un fiduciario può fallire egli stesso, ma se è un custode fedele il suo fallimento non influirà sulla proprietà che egli tiene in consegna. E così, poichè l'individuo è solo il consegnatario della sostanza germinale per le generazioni future nessun disastro che lo colpisca e nemmeno alcuna condizione favorevole possono cambiare il carattere della sostanza germinale che egli trasmette alla generazione successiva. In altre parole *i caratteri acquisiti non sono trasmissibili*. Noteremo in seguito l'importanza di questa conclusione che significa la completa esclusione dei fattori Lamarckiani.

La forza di questa teoria dell'eredità è ben chiara, poichè essa risiede prima di tutto nella sua semplicità. Nulla è più certo che l'uovo contenga qualche sostanza materiale che in qualche modo determina i caratteri dell'individuo che deriva da esso. Nulla può essere più semplice che di supporre che una parte di questa sostanza venga semplicemente trasmessa di generazione in generazione e che perciò le generazioni successive siano uguali. Se non fosse per le conseguenze un poco sorprendenti sulla trasmissione dei caratteri acquisiti è quasi certo che la teoria sarebbe stata accettata senza esitazione. La sua stessa semplicità è quasi una dimostrazione della sua verità, se non le si sollevano contro argomenti imperiosi.

Deve essere notato qui che questa teoria dell'eredità aveva avuto prima di Weismann dei precursori, benchè senza dubbio essa sia stata da lui svolta indipendentemente. Alcuni anni prima un concetto simile della eredità era stato esposto da Galton e fu chiamato la teoria della " stirpe „. Per alcuni rispetti essa differiva dalle idee di Weismann, nè mai influi come queste sui biologi. Quasi allo stesso tempo della pubblicazione del saggio di Weismann apparve una teoria della eredità del professor Brooks, la quale, per riguardo alle idee della continuità della sostanza germinativa concordava con quella di Weismann. Ma la teoria di Brooks non era così chiara come quella di Weismann, ed era ingombra da certi fattori che ne rendevano difficile l'accettazione. Però, benchè l'idea della continuità del plasma germinativo non fosse interamente nuova quando Weismann la emise, il merito della teoria fu a lui attribuito.

Modificazioni alla prima teoria di Weismann.

Tutti ammetteranno che la teoria è estremamente semplice; ma perchè essa venga accettata si richiede qualche cosa di più che la semplicità. Se la teoria è vera si deve trovarne delle prove sperimentali. Deve essere possibile determinare se le cellule che formeranno le ovaie *vengono* poste a parte nei primi periodi della divisione dell'uovo e vengono tenute distinte dal resto delle cellule durante il successivo sviluppo. Si comprende facilmente che questa teoria diede un grande impulso alle ricerche microscopiche sull'uovo in isviluppo. Queste ricerche portarono infatti delle conferme suggestive alla teoria di Weismann, ma produssero pure certe modificazioni di essa, che resero necessario di adattarla ai fatti dello sviluppo quali furono scoperti negli ultimi vent'anni.

Una delle modificazioni essenziali della teoria consiste nell'indicare più precisamente la vera sostanza germinativa ereditaria. L'idea che una cellula speciale dell'uovo in segmentazione fosse posta in disparte come cellula germinale non differenziata, fu trovata falsa, benchè sembri che ciò avvenga in non pochi animali. Ma tale condizione non è necessaria per la teoria; mentre le recenti scoperte ci hanno apparentemente dimostrato quale parte dell'uovo costituisca la vera sostanza germinale che è continua di generazione in generazione. Ma ciò non può essere compreso senza una conoscenza dei fatti sui quali è basato questo nuovo aspetto della teoria. Questi fatti sono stati sviluppati in rapporto cogli studi moderni sulla fecondazione e sullo sviluppo dell'uovo.

Dovremo quindi esaminare prima alcuni dei risultati

più importanti di questi studi, poichè essi formano la base di tutte le discussioni moderne sulla eredità.

Studiando un uovo coi moderni metodi microscopici si vede che esso è composto di un rilevante numero di parti. La figura 11 rappresenta in forma schematica un uovo. Delle parti figurate e indicate dobbiamo

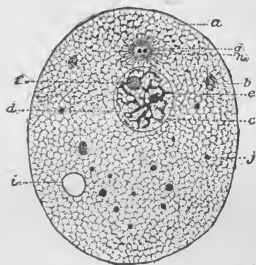


Fig. 11. — Una cellula quale appare al microscopio moderno; *a* reticolo protoplasmico; *b* liquido fra le maglie; *c* membrana nucleare; *d* reticolo nucleare; *e* reticolo cromatinico; *f* nucleolo; *g* centrosoma; *h* centrosfera; *i* vacuolo; *j* corpi inerti.

notarne solo tre, perchè queste sole hanno una importanza speciale pel processo d'eredità e di sviluppo. Queste sono: la sostanza generale dell'uovo chiamata *citoplasma* (fig. 11 *a*); poi, giacente nel citoplasma, un minuto corpuscolo chiamato *centrosoma* (fig. 11 *g*), infine una sostanza che sta nel nucleo e che assume forme differentissime e si chiama *cromatina* perchè assorbe facilmente i colori (fig. 11 *e*). Questa cromatina forma spesso un intricato reticolo, o appare come un lungo filo, o in forma di brevi filamenti separati. Nella stessa cellula la cromatina può assumere

forme differenti, ma in tutte le cellule, in certe condizioni, essa si rompe in un certo numero di piccoli filamenti chiamati *cromosomi*, e il numero dei cromosomi è sempre uguale per le uova di ogni singola specie di animale o pianta. Gli altri corpi hanno un valore secondario pel processo di eredità.

Nella preparazione dell'uovo per la riproduzione avvengono in esso certe modificazioni molto importanti, e che sono soltanto preparatorie alla fusione colla cellula maschile. Per comprendere queste modificazioni bisogna prima notare che *tutte* le cellule del corpo dell'animale hanno delle parti essenzialmente uguali a quelle descritte, benchè il centrosoma apparentemente non sia sempre presente in altre cellule. La cromatina si trova sempre, e sempre mostra la stessa tendenza a rompersi a certi stadi in brevi bastoncini. Il numero di questi cromosomi è sempre lo stesso in *tutte* le cellule del corpo per ciascun animale o pianta. Certi animali, per esempio, hanno sempre quattro cromosomi, altri ne hanno dodici, altri un numero maggiore, ma questo numero è sempre uguale per la stessa specie. Ma questo numero è metà del numero dei cromosomi dell'uovo; se le cellule del corpo ne contengono quattro, l'ovo-cellula ne contiene otto; se le cellule del corpo ne contengono dodici, l'ovo-cellula ne contiene ventiquattro. La ragione è che l'ovo-cellula raddoppia il numero dei suoi cromosomi in uno stadio che precede immediatamente quello della sua trasformazione finale in uovo. Questo uovo così accresciuto non è ancora pronto per l'unione colla cellula maschile.

Se ora consideriamo invece dell'uovo la cellula maschile troviamo una cosa apparentemente differente. In questa cellula non v'è massa considerevole di citoplasma (fig. 12); la sola parte che rappresenti il grosso citoplasma dell'uovo è la coda dello spermatozoo. Tro-

viamo però un centrosoma posto in esso, talora in un piccolo pezzo che connette la testa colla coda, talora nella testa, e troviamo nella testa gli stessi cromosomi che nell'uovo. Ma il loro numero invece di essere doppio di quello delle cellule ordinarie del corpo, ne è solamente metà, e quindi solo un quarto del numero contenuto nel nucleo dell'ovo-cellula. L'uovo perciò non è equivalente allo spermatozoo, poichè contiene una massa maggiore di citoplasma e quattro volte tanto di cromosomi. Ma l'uovo non è ancora pronto per l'unione collo spermatozoo ed ora deve passare per una serie di modificazioni che rendono i due elementi equivalenti.

Fig. 12.
Uno spermatozoo.
ce centrosoma; *cy* citoplasma.

Il centrosoma dell'uovo comincia pel primo a dare segno di attività; esso si presenta circondato da delicati filamenti ragianti e presto comincia a muoversi verso la superficie dell'uovo, accompagnato dal nucleo. Durante il suo percorso si divide in due parti; ciascuno dei due centrosomi così formati passa ai poli opposti del nucleo (fig. 14). Uno dei centrosomi poi si spinge fuori del nucleo e giace in una piccola prominenza ad un lato dell'uovo (fig. 15). Nel frattempo i cromosomi si sono disposti in due serie, forse tratti o spinti dalle fibrille (fig. 14). In seguito si osserva che i cromo-

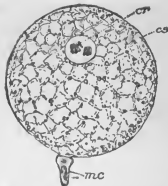


Fig. 13. — Questa figura e le seguenti rappresentano il processo di fecondazione dell'uovo. In tutte le figure *cr* corrisponde a cromosomi; *cs* alla sostanza cellulare (omessa nelle figure seguenti); *mc* è la cellula riproduttrice maschile che sta in contatto coll'uovo; *mn* è il nucleo maschile dopo l'entrata nell'uovo.

somi formanti la serie vicina al centrosoma estruso dall'uovo, cominciano a muoversi verso questo corpo separandosi così dall'altra serie che ugualmente va verso l'altro centrosoma rimasto nell'uovo. In questo modo dopo poco tempo una metà di cromosomi sono



Fig. 14.



Fig. 15.

Fig. 14. — I centrosomi dell'uovo hanno cambiato posizione. Il nucleo maschile rimane inattivo fino allo stadio rappresentato dalla fig. 19.

Fig. 15. — Principio della prima divisione per espellere i cromosomi superflui.

interamente espulsi dall'uovo nella piccola protuberanza formatasi attorno al centrosoma estruso (fig. 16) lasciando l'uovo con un numero di cromosomi soltanto doppio di quello dello spermatozoo. Dopocì vi è una piccola pausa, ma poi il centrosoma lasciato nell'uovo si divide di nuovo, le due metà vanno ai poli opposti del nucleo, e di nuovo i cromosomi si dispongono in due serie. Di nuovo un centrosoma si spinge fuori dell'uovo in una seconda piccola protuberanza (fig. 17) e di nuovo le due serie di cromosomi si separano l'una dall'altra, l'una passando nella protuberanza, l'altra rimanendo nell'uovo. La seconda piccola cellula si separa dall'uovo e così l'uovo rimane con un quarto solamente del numero originale dei cromosomi che è

metà del numero dei cromosomi delle cellule ordinarie dell'animale ed è esattamente lo stesso numero che si trova nello spermatozoo. Quindi, quanto ai cromosomi l'uovo e la cellula maschile sono stati resi equivalenti.

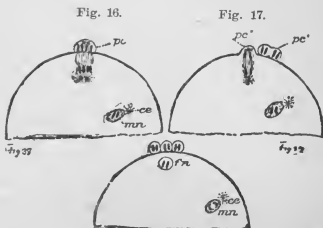


Fig. 16. — Prima divisione finita e primo globulo polare formato.

Fig. 17. — Formazione del secondo globulo polare.

Fig. 18. — Fine del processo; *fn* i due cromosomi rimasti nell'uovo formanti il pronucleo femminile. Il centrosoma è scomparso.

Ora, studiando lo sviluppo dell'uovo troviamo che queste piccole cellule espulse, o *globuli polari* come si chiamano, non hanno nulla a che fare collo sviluppo dell'adulto. L'uovo, dopo essersi unito allo spermatozoo si sviluppa nell'adulto e queste piccole cellule polari tosto scompaiono. E così vediamo che, col processo descritto, l'uovo abbandona i tre quarti della sua cromatina e raggiunge una condizione in cui ne ha esattamente la stessa quantità dello spermatozoo.

In seguito, lo spermatozoo entra nell'uovo colla testa e il centrosoma, ma lasciando la coda. Esso può

essere entrato prima nell'uovo, ma allora rimane immobile finchè il processo di riduzione sia completo. Dopo entrato lo spermatozoo vediamo, in certi casi almeno, sparire il centrosoma dell'uovo, e quindi l'uovo contiene solo più quello portato dallo spermatozoo. Questo centrosoma ora comincia a dar segni di attività, e

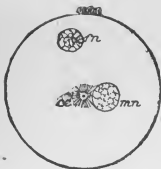


Fig. 19.

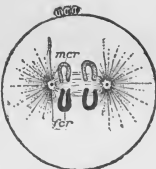


Fig. 20.

Fig. 19. — I cromosomi dei pronuclei maschile e femminile si sono risolti in un reticolo. Il centrosoma maschile comincia a dar segno di attività.

Fig. 20. — Il centrosoma si è diviso e i due pronuclei sono stati portati in contatto. Il reticolo di ogni nucleo si è nuovamente risolto in due cromosomi che sono portati insieme presso il centro dell'uovo ma non si fondono; *mcr* cromosomi del nucleo maschile; *fcr* cromosomi del nucleo femminile.

tosto porta a contatto il nucleo dell'uovo coi suoi cromosomi restanti e la testa dello spermatozoo contenente uguale numero di cromosomi (fig. 19). Queste due masse di cromosomi si sciolgono in un reticolo e vengono quindi messe a contatto verso il mezzo dell'uovo. Il centrosoma si divide in due parti che passano ai lati opposti della massa centrale di cromosomi (fig. 20). Questa è la fecondazione che segna il principio della vita di un nuovo individuo.

Prima di descrivere gli stadi seguenti dobbiamo notare due conclusioni importanti che si devono trarre da questi fenomeni. In primo luogo i fatti dimostrano

praticamente che devono essere i cromosomi quelli che *costituiscono la base fisica dell'eredità*. Ciò risulta dalle considerazioni seguenti. È un fatto certo nell'eredità che il discendente eredita ugualmente da entrambi i genitori, e che quindi ciascuno dei genitori deve contribuire ugualmente al processo.

Ora dalla nostra descrizione si vede che l'uovo solo (la madre) apporta il materiale citoplasmico, poichè lo spermatozoo lascia il suo citoplasma fuori dell'uovo abbandonando la coda.

Dall'altro canto la cellula maschile, almeno in qualche caso sufficiente al nostro argomento, apporta solo il centrosoma, poichè quello dell'uovo scompare interamente. Quindi nè il centrosoma nè il citoplasma possono essere la base dell'eredità. D'altra parte tanto la cellula maschile che quella femminile contribuiscono con un ugual numero di cromosomi, e questi sono gli unici elementi dati in modo uguale dai due genitori. Ne segue che questi cromosomi devono essere i trasmettitori fisici dei tratti ereditari.

La seconda conclusione accresce semplicemente il valore della prima. L'uovo evidentemente fa delle preparazioni complicate per ricevere la cellula maschile. In principio l'uovo contiene un numero così grande di cromosomi che se si unisse senz'altro collo spermatozoo, l'uovo fecondato che ne risulterebbe ne conterebbe un numero molto più alto di quello normale per le cellule della specie d'animale in questione. Conseguentemente esso getta via tre quarti del suo materiale, evidentemente per far posto ai nuovi cromosomi che devono essere portati dalla cellula maschile. L'intero processo ci insegna che i cromosomi contengono i caratteri ereditari e che è una questione di così grande importanza che essi ~~siano~~ sempre mantenuti allo stesso numero che interviene un processo complesso per pro-

durre tale risultato. Ci insegna in secondo luogo che vi è evidentemente qualche grande vantaggio per l'organismo che proviene dalla *unione* nell'uovo fecondato di cromosomi provenienti da *due individui differenti*. Dopo l'espulsione del primo globulo polare l'uovo contiene il numero esatto di cromosomi per poter progredire nel suo sviluppo, ma una metà di questi viene espulsa, apparentemente per render possibile che altri cromosomi siano introdotti da un'altra parte. È interessante notare che qui le uova che si sviluppano senza fusione colla cellula maschile, cioè le uova partenogenetiche, espellono un solo globulo polare. Così il numero viene portato al normale e l'uovo può proseguire a svilupparsi senza fecondazione.

Lo scopo di questo processo è evidente quando noi concludiamo che i cromosomi sono la base fisica dell'eredità. Si è veduto che esso porta nell'uovo fecondato una mescolanza di materiale ereditario *derivato da due fonti differenti*, e ciò produrrà inevitabilmente *variazioni nei discendenti*.

L'individuo che si sviluppa da questo uovo fecondato tenderà a presentare variazioni congenite, poichè proviene dall'unione di due generi differenti di plasma germinativo, e la fecondazione può quindi essere considerata come un metodo per produrre variazioni congenite.

Fin qui le osservazioni si accordano colla teoria di Weismann, ma tuttavia richiesero una piccola modificazione a questa. Poichè si è trovata la sostanza ereditaria non è più necessario supporre che una *cellula* venga separata sul principio dello sviluppo per diventare gli organi riproduttori, ma che soltanto *una parte del materiale cromatico si mantenga non differenziata nell'embrione*, e sia conservata nell'ovaia per divenire il plasma germinativo nelle cellule dell'ovaia. Quando

si studia l'argomento ancora più da vicino, la teoria generale ne viene ancora più confermata. Secondo la teoria si deve supporre che una parte di questo materiale non differenziato viene trasmesso alla nuova generazione *senza cambiamento*, mentre un'altra parte comincia presto a subire un *differenziamento* per produrre l'adulto. Ora questa parte della teoria fu confermata sorprendentemente dall'osservazione nel modo seguente:

Abbiamo seguito l'uovo fecondato fino al punto in cui le due masse di cromosomi sono venute a contatto (fig. 20) e in cui il centrosoma si è diviso, portando ciascuna sua metà a ciascun estremo di questa massa cromatica.

Delle fibre s'irradiano in seguito dai centrosomi, passando fra i cromosomi; questi ultimi sono portati nella posizione di una lamina piatta giacente fra i due centrosomi (fig. 21). Ora avviene uno dei fenomeni più straordinari di tutto il processo. Ciascuno di questi

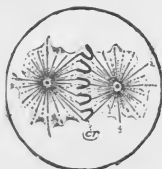


Fig. 21.

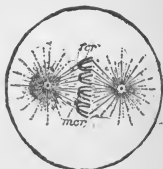


Fig. 22.

Fig. 21. — Le centrosfere sono separate e fra esse si trova la piastra equatoriale di cromosomi *cr*.

Fig. 22. — Una piastra equatoriale si è formata e ciascun cromosoma si è diviso in due metà per divisione longitudinale.

filamenti di materiale ereditario si *divide longitudinalmente* (fig. 22). Come già abbiamo veduto, l'unico

modo per cui una serie di corpi dissimili può essere divisa in due metà equivalenti è per questa divisione longitudinale. Se perciò questi cromosomi rappresentano fisicamente i caratteri ereditari è chiaro che tale divisione longitudinale li dividerà in due metà equivalenti. Se il filamento originale possedeva la facoltà di trasmettere i tratti ereditari, ognuna delle metà risultanti avrà la stessa facoltà. È certamente un fatto sorprendente che questi cromosomi, talora esistenti in grande numero, si dividono ciascuno longitudinalmente; ed è ancora più interessante di trovare, in qualche caso, che i filamenti sono realmente composti di numerose sferule ciascuna delle quali si divide strettamente nel mezzo. Questi fatti furono stabiliti da un grande numero di osservazioni e sono ormai fuori di discussione. In altre parole quindi la sostanza cromatica *si divide senza differenziamento*.

Poi le fibre connesse coi centrosomi sembrano attaccarsi a questi filamenti e tirarli via. Sia o no quello che realmente avviene, è un fatto che le due metà di ogni cromosoma si muovono in direzione opposta verso ciascun centrosoma (fig. 23). Si forma così presso a ciascun centrosoma una massa di cromosomi ed allora l'uovo si divide in due parti (fig. 24). È evidente da questa descrizione che ognuna di queste due divisioni dell'uovo sarà identica in quanto ai cromosomi, poichè ciascuna contiene una metà di ciascuno dei cromosomi originali provenienti da divisione non differenziata. Se perciò i cromosomi originari possedevano caratteri ereditari definiti, ciascuna di queste divisioni dell'uovo avrà poteri simili. È anche evidente che, finchè questo processo continua, potremo pensare che il plasma germinativo (cioè i cromosomi) conserva i suoi caratteri originari. Avvenendo altre divisioni la sostanza cromatica aumenta per accrescimento, ma finchè continua

questo stesso genere di divisione non differenziata, i cromosomi conserveranno il loro potere originale di sviluppare tratti ereditari completi, e, quanto all'eredità,

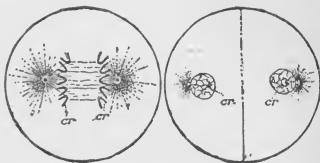


Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 23. — Stadio che mostra le metà dei cromosomi separate le une dall'altre.

Fig. 24. — Stadio finale coi due nuclei nei quali i cromosomi hanno nuovamente assunto forma di reticolo. I centrosomi si sono divisi in preparazione della divisione seguente, e la cellula comincia a dividersi.

ogni cellula dell'uovo in sviluppo, sarà equivalente all'intero uovo.

Ma la teoria di Weismann suppone che, dopo qualche tempo, sorga un altro genere di divisione. Essa suppone che mentre parte del plasma germinativo continua a moltiplicarsi in questo modo, un'altra parte di esso comincia a subire un differenziamento per produrre l'embrione. Essa suppone quindi che una parte di *plasma germinativo* viene separata dal *plasma somatico*. E questo fatto ricevette una sorprendente conferma dalle ricerche microscopiche. Non era quasi neppur credibile che esso potesse essere dimostrato col microscopio, ma, almeno in certi casi, si possono trovare tracce di questo nuovo metodo di divisione. I fatti sono illustrati dalla figura 25. Questa rappresenta un uovo recentemente diviso col processo descritto e nella divisione immediatamente seguente le

due cellule si comportano molto diversamente. L'una cellula (fig. 25 *rc*), che in seguito si vede svilupparsi in cellule riproduttive, e che deve quindi ricevere cromosomi non differenziati, si divide esattamente come nella prima divisione, e le due cellule figlie ricevono cromosomi esattamente equivalenti (fig. 25 *rc*). L'altra cellula (fig. 25 *bc*) che deve svilupparsi nell'embrione dovrebbe, secondo la teoria, subire un differenziamento. Ora quando i cromosomi si scindono in questa cellula per la divisione, una parte del filamento viene gettata via ed espulsa dalla cellula (fig. 25 *x*). In questo caso particolare vengono gettate via le due estremità esterne dei filamenti e viene conservata solo la parte centrale.

Quindi le cellule risultanti non ricevono più una metà di un filamento che si divide longitudinalmente, ma solo una parte di questa metà. Queste non sono quindi più equivalenti ai cromosomi dell'uovo originale e non necessariamente equivalenti fra loro. È avvenuto un differenziamento nella sostanza germinale, tale che le cellule che devono svilupparsi nell'embrione, ricevono della sostanza cromatica modificata

(plasma somatico) a differenza dalle cellule che devono formare i corpi riproduttori che continuano a ricevere i cromosomi originari non differenziati; ossia il plasma germinativo. Non si deve supporre che osservazioni come queste siano molto numerose; chi non conosce gli ostacoli che circondano questi studi non può com-

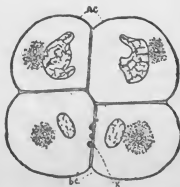


Fig. 25. — Uovo in divisione che mostra la differenza di comportamento delle cellule che devono svilupparsi in organi riproduttori *rc* e quelle che devono svilupparsi nel corpo *bc*; cromatina espulsa *x* (Da L'OVERI).

prendere la difficoltà di tali osservazioni. Ma il fatto che si potè osservare anche un solo caso è una conferma sorprendente del principio che il vero fenomeno fondamentale nell'eredità è il trasporto di una sostanza fisica definita da una generazione all'altra, che questa sostanza è trasmessa dal padre al figlio ed è continua dagli organi riproduttori di una generazione a quelli della generazione seguente. In altre parole la spiegazione dell'eredità deve trovarsi nella teoria della *continuità del plasma germinativo*.

È certo un fatto sorprendente che una dottrina fondata in origine su basi puramente ipotetiche trovi poi tale conferma nell'osservazione dei fatti. Nessuno immaginava, quando si cominciò a studiare l'uovo col microscopio moderno, che tale studio avrebbe fatto tanta luce sul processo di eredità. Anche Weismann al principio supponeva appena che la sua teoria potesse ricevere questa conferma. Le due prove del valore di una teoria sono la sua semplicità e la sua spiegazione dei fatti osservati. Certamente la teoria della continuità del plasma germinativo corrisponde finora a queste due condizioni, ed ha anche permesso agli scienziati di fare qualche predizione e di avere una guida per le scoperte future.

L'ultima scoperta menzionata dell'espulsione di una parte del plasma germinativo da parte delle cellule che formeranno l'embrione avrebbe forse neppure attratto l'attenzione se non fosse stato pel significato evidente del fenomeno. Per ciò che riguarda questi dati generali noi possiamo asserire che la teoria di Weismann ha ricevuto tutta la conferma che si poteva richiedere.

Forse abbiamo dato a queste scoperte del microscopio più attenzione di quanto sembri richiedere il nostro argomento. Ma la teoria di Weismann è forse

la più importante aggiunta fatta alla discussione evolutivista dopo Darwin. Essa forma una parte integrale di tutte le questioni moderne, tanto nei problemi filosofici e sociali che in quelli evolutivi. Per questo è necessario che coloro che vogliono conoscere il pensiero moderno abbiano non solo una idea chiara della teoria, ma anche che sappiano che, a differenza di tante altre, essa è qualche cosa di più di una semplice ipotesi. Essa pretende anzi ad essere un fatto, e ad essere sostenuta dall'osservazione diretta. Essa certamente richiede considerazione, e, come vedremo, ha richiesto per certi rispetti l'accettazione generale dei naturalisti.

Deduzioni dalla Teoria di Weismann.

Effetto dell'Ambiente.

La difficoltà per la teoria di Weismann non è nella teoria in se stessa, nè perchè questa manchi di prove ma piuttosto per l'accettazione di alcune deduzioni che si traggono da essa. Questi risultati sono per alcuni rispetti di conseguenze così vaste da forzarci, se noi accettiamo *in toto* la teoria, a modificare il nostro concetto del metodo di discendenza e a cambiare decisamente i nostri concetti su molti argomenti filosofici e psicologici, ed anche a portarci a nuovi concetti sulla evoluzione umana.

In primo luogo si vede che la teoria mette nel più forte contrasto possibile le differenze fra i caratteri congeniti e quelli acquisiti. Carattere congenito è quello prodotto da qualche particolarità nel plasma germinativo; carattere acquisito è quello prodotto nel corpo senza alcuna relazione col plasma germinativo. Inoltre è chiaro che ogni variazione congenita viene trasmessa

quasi sicuramente per eredità, poichè essa è già nel plasma germinativo, mentre d'altra parte un carattere acquisito non può venir trasmesso per eredità, poichè esso riguarda solo il corpo e non tocca il plasma germinativo. Ne consegue che l'ambiente che agisce sopra un animale non può produrre variazioni aventi un'influenza sul processo di discendenza. Inoltre è chiaro che l'ambiente, secondo la teoria non può influenzare il plasma germinativo, qualunque sia la sua influenza sul corpo dell'animale. Per esempio un fabbro aumenta i suoi muscoli coll'uso. Ma il carattere delle braccia che suo figlio avrà è determinato solamente dal plasma germinativo che questo fabbro ha ricevuto alla sua nascita come legato alle generazioni future. Ma questo plasma germinativo è raccolto negli organi riproduttori ed è quindi difficile, quasi impossibile, credere che l'aumento del braccio del padre possa avere qualche effetto su tale plasma germinativo. Questa è la conseguenza della teoria di Weismann. L'individuo è soltanto il prodotto di una particella di plasma germinativo che vien separata per servire di dimora al resto di questa preziosa materia. Il padre porta il plasma germinativo semplicemente come un fiduciario, ma nulla vi può aggiungere e nulla sottrarre. L'eredità della sua razza è fissata alla sua nascita ed egli nulla può fare per modificarla. La sua sola azione nella questione sarà nello scegliere il carattere del plasma germinativo che deve unirsi al suo per la generazione seguente, cioè scegliere la sua femmina.

Inoltre, da ciò che abbiamo detto conseguirà anche che l'effetto dell'ambiente sarà nullo per la produzione delle variazioni congenite. Non solo le variazioni acquisite non avranno effetto sul plasma germinativo, ma l'ambiente non avrà effetto diretto su di esso. Questo plasma germinativo è inattivo, non rappresenta

alcuna parte nella fisiologia dell'animale ed è soltanto conservato in condizione passiva. Esso viene protetto contro l'azione dell'ambiente come l'oro giacente nei sotterranei di una banca è protetto dall'azione del mal tempo che imperversa sulle pareti dell'edificio.

Ma se il plasma germinativo non può essere influenzato dall'ambiente, ne segue che le condizioni esterne non hanno alcuna azione nella produzione delle variazioni che influenzano la razza. L'ambiente può produrre molte modificazioni al corpo dell'individuo, ma non può produrre effetti durevoli, poichè tali modificazioni scompaiono coll'individuo, e solo le variazioni nel plasma germinativo vengono perpetuate.

Qui siamo ad un concetto ben differente da quello dominante nella scienza prima di Weismann. In primo luogo è diametralmente opposto a quella che fu la credenza generale dell'umanità. Il fatto della eredità fu sempre ben riconosciuto, e si credette sempre che gli animali e le piante potessero ereditare le caratteristiche dei loro genitori senza che si cercasse in modo speciale come i genitori avessero avuto questi caratteri. Lamarck fondò la sua teoria evolutiva sopra la eredità dei caratteri acquisiti, specialmente di quelli prodotti dall'uso e dal non uso. Darwin sostituì, è vero, questa teoria con quella della selezione naturale, e indicò chiaramente che era sua opinione che i caratteri congeniti venivano più sicuramente ereditati ed avevano molto maggior peso nel processo di discendenza degli effetti dell'uso e del non uso. Ma Darwin studiò anche accuratamente gli effetti dell'uso e del non uso e giunse alla conclusione ferma che essi esercitano una parte nella discendenza degli organismi. Inoltre egli considerò le variazioni in generale come dovute largamente all'azione dell'ambiente, considerando quindi l'ambiente come uno dei fattori che fornivano i

dati sui quali il suo principio della selezione poteva agire. In breve, mentre egli riconobbe chiaramente una differenza fra queste due classi di variazioni, le accettò entrambe come fattori della discendenza. Parecchi degli studiosi che lo seguirono non videro questa distinzione, come egli la vide chiaramente, e per venticinque anni di discussioni i caratteri congeniti e gli acquisiti vennero considerati come molto affini, quanto all'evoluzione, e non si tentò di distinguerli. Più tardi, poichè le difficoltà sulla via della selezione naturale si accumulavano, alcuni scienziati trovarono nuovamente rifugio nei fattori Lamarckiani, poichè quelli davano abbondantemente variazioni ove erano richieste. La scuola americana Neo-Lamarckista riprese le idee di Lamarck, e con qualche modificazione le adottò, facendone gli agenti primari per l'origine delle specie. Al principio la discussione fra questa nuova scuola e quella Darwiniana fu semplicemente una questione di grado, considerando la nuova scuola i fattori Lamarckiani come la causa primaria della evoluzione e la selezione naturale come causa secondaria, mentre i Darwiniani consideravano la selezione naturale come la causa principale e i fattori Lamarckiani come secondari.

Ma tuttocìò cambiò con Weismann. Se la teoria dell'eredità di Weismann è vera allora i fattori Lamarckiani non possono contare per nulla e la scuola Neo-Lamarckista è interamente falsa. L'ambiente non agisce sul plasma germinativo e non può quindi influire sui posterì. L'ambiente non può essere invocato anche solo per fornire variazioni sulle quali possa agire la selezione naturale. L'evoluzione diviene solo l'evoluzione del plasma germinativo e solo incidentalmente dell'individuo. La selezione naturale agisce ora solo per conservare il miglior tipo di plasma ger-

minativo. L'individuo conta per nulla nel processo, salvo per la sua qualità di portatore del plasma germinativo.

Quali fattori rimarranno dunque, sui quali possiamo fondarci per spiegare l'evoluzione degli organismi? Apparentemente solo la selezione naturale delle variazioni congenite. Se siamo obbligati ad escludere l'ambiente, dobbiamo solo contare sopra quelle variazioni fortuite nell'individuo che sono prodotti dalla mescolanza all'epoca del suo concepimento di due parti di plasma germinativo differente. Inoltre noi non abbiamo neppure la possibilità di contare sopra una lunga uniformità di condizioni che produca costanza di variazioni in direzioni definite. Finchè ammettiamo che l'ambiente influisca sulle variazioni possiamo trovare nella costanza delle condizioni una spiegazione dell'apparizione di molte variazioni uguali in molti individui simultaneamente e della loro riapparizione nelle generazioni successive. Questo fatto, cioè la variazione determinata, è, abbiamo veduto, quasi una necessità per l'accettazione della scelta naturale. Ma colla nuova teoria essa non è più possibile. Quando ci siamo chiesti la ragione dell'apparire di tante variazioni, abbiamo risposto che le condizioni sempre cambianti sotto cui vivono gli organismi le spiegano facilmente. La specie cambia rapidamente quando l'ambiente cambia pure rapidamente, e questo abbiamo ammesso perchè il rapido cambiamento dell'ambiente induce modificazioni negli individui e quindi fornisce materiali all'azione della selezione naturale. Ma colla nuova teoria anche questa posizione deve venire abbandonata. Sembra certo che i rapidi cambiamenti dell'ambiente producono una rapida evoluzione della specie, ma ciò non avviene perchè si producano delle variazioni. Se intervenissero variazioni pei mutamenti dell'ambiente sarebbero solo

variazioni acquisite che non verrebbero ereditate e quindi non conterebbero nulla. Se la specie cambia rapidamente, in tempi di rapidi mutamenti climatici per esempio, ciò deve essere dovuto alla scelta naturale. Le vecchie specie sono divenute adatte alle vecchie condizioni e così bene adatte che vengono mantenute relativamente stabili nonostante la variazione congenita. Durante tutto il periodo della loro stabilità, senza dubbio apparvero costantemente variazioni congenite dovute alla riproduzione sessuale; ma i vecchi tipi erano meglio adatti che le nuove varietà alle vecchie condizioni, e le nuove varietà venivano tutte eliminate nella lotta per l'esistenza. Ma quando il clima cambia le vecchie forme non sono più così bene adatte alle nuove condizioni. Alcune delle nuove variazioni congenite risponderanno invece meglio a quelle e quindi la selezione naturale conserverà le nuove varietà. Il carattere dell'intera specie cambierà quindi rapidamente non perchè le nuove condizioni produssero nuove variazioni, ma perchè le nuove condizioni diedero maggior probabilità di vita ad alcune di quelle variazioni che erano state eliminate dalla selezione naturale durante il periodo di stabilità. In breve, formulata la nuova teoria, le due scuole si definirono nettamente. Da una parte vi sono i Neo-Lamarckisti i quali insistono che l'ambiente esercita una parte nella storia della discendenza e che perciò la teoria di Weismann deve essere falsa. Dall'altra parte sta la scuola dei Neo-Darwinisti o Weismannisti che sostengono la verità della nuova teoria dell'eredità e che perciò i Neo-Lamarckisti hanno assolutamente torto di sostenere che l'ambiente ebbe mai nella storia della vita altra parte che quella di dirigere la selezione naturale.

Weismann non esitò ad accettare le conseguenze intere della sua teoria e fin dal principio egli negò la

eredità dei caratteri acquisiti. Per Weismann quindi il processo di evoluzione divenne semplicemente la selezione naturale delle variazioni congenite che si produssero per la mescolanza irregolare del plasma germinativo di individui differenti. L'evoluzione organica divenne quindi un processo di scelta naturale di quelle variazioni che risultavano dalla riproduzione sessuale. Qui Weismann ebbe presto numerosi seguaci. La semplicità della teoria dell'eredità cattivò presto la scienza. Gli studiosi dell'embriologia tosto cominciarono a trovare stupefacenti conferme della teoria e furono indotti ad accettarla rapidamente. I Neo-Lamarckisti non avevano mai fatto grande impressione nella scienza e perciò molti scienziati provarono poco rimpianto nell'abbandono dei fattori Lamarckiani. Inoltre è chiaro che la nuova teoria eleva la teoria di Darwin ad una altezza maggiore di quella in cui Darwin stesso la pose. La teoria della selezione naturale s'era imposta ai naturalisti, e fu molto facile l'adottare la nuova idea che dava una importanza ancora maggiore a questa teoria. Sorse così una scuola di scienziati che furon chiamati Neo-Darwinisti o Weismannisti. Essi sono seguaci di Darwin, ma portano la sua teoria della scelta naturale ad una estensione molto più ampia di quella che Darwin pretese, perchè ne fanno la sola e sufficiente spiegazione dell'origine delle specie. Non si deve però dimenticare che nonostante la loro ammirazione per Darwin essi non ne sostengono le idee, poichè nulla è più certo dell'aver Darwin creduto all'azione dei fattori Lamarckiani nella evoluzione degli animali e delle piante.

La teoria di Weismann e il Principio d'utilità.

Osserviamo ora un poco meglio i concetti di questa nuova scuola di Neo-Darwinisti quanto al metodo di origine delle specie. Essi possono ammettere solo la ereditarietà delle variazioni congenite, e da prima considerarono la riproduzione sessuale come la sola causa di queste variazioni. Ora noi abbiamo già veduto che la selezione naturale tocca solo quei caratteri che sono di vantaggio all'individuo od alla razza e può quindi essere una spiegazione solo per l'origine di quei caratteri che possono essere per l'individuo d'uso sufficiente a determinare in qualche tempo della sua vita la questione di vita o di morte o il perpetuamento della sua specie. Il Neo-Darwinista è perciò condotto a sostenere che tutti i caratteri specifici sono utili. Non tutti però pensano così. Wallace sostiene che ogni carattere specifico deve essere utile o in correlazione con caratteri utili, mentre Huxley semplicemente sosteneva che ogni specie ha alcuni caratteri specifici distintivi che sono utili e che si spiegano colla origine delle specie per selezione naturale, ma che insieme con questi ve ne possono essere altri accidentalmente associati, che non hanno alcuna importanza. Ma qualunque sia l'idea seguita è l'utilità che fornisce la chiave dei caratteri specifici. Per mantenere questa posizione fu necessario dimostrare che il principio di utilità è ancora più fortemente prevalente di quanto si credesse prima. Nel passato non si suppose che molti caratteri fossero utili, anzi si sostenne il contrario. Un gran numero di caratteri sembrano di poca importanza ed inutili. Ma la nuova teoria richiede l'utilità e perciò i naturalisti cercano industriosamente

i possibili usi degli organi. E invero finchè essi possono dimostrare l'applicabilità del principio di utilità, sostengono in questo modo il loro principio che la scelta naturale è la causa della origine delle specie, mentre, se non riescono a dimostrare l'utilità, la posizione dei Neo-Darwinisti non è più sostenibile. È certo che il loro successo nel dimostrare l'utilità di caratteri apparentemente inutili fu considerevolmente maggiore di quanto si avrebbe preveduto. Quanto più gli animali e le piante vengono studiati nelle loro relazioni naturali, tanto più vari caratteri appaiono utili. Distintivi di colore apparentemente inutili appaiono invece utili perchè permettono ai vari individui di riconoscersi tra loro, cosa di non piccola importanza per essi. Forme particolari di fiori e foglie si trovano adatte alla visita di speciali insetti o alla proprietà di spargere giustamente l'acqua. Non è qui il luogo di entrare in questi particolari, e basterà ripetere che i Neo-Darwiniani sono riusciti a trovare scopi plausibili agli organi, molto più di quanto si prevedesse.

Noteremo ancora che la nuova teoria deve trovare qualche altra spiegazione per gli effetti apparentemente ereditari dell'uso e del non uso, e questa pure sul principio di utilità. Gli effetti apparenti dell'uso si spiegano assai facilmente. Per esempio, le mani e i piedi delle scimmie sono eccezionalmente adatte all'arrampicarsi. L'influenza dell'uso spiegherebbe questo facilmente, ma la nuova teoria non accetta l'influenza ereditaria dell'uso. La teoria dirà semplicemente che l'attitudine ad arrampicarsi sugli alberi fu di grande valore, rendendo possibile alle scimmie il fuggire ai loro nemici. In tale caso le scimmie che potevano arrampicarsi meglio sopravvissero, mentre le cattive arrampicatrici sarebbero perite. Quindi se qualche variazione congenita nel senso di mani più efficaci per

l'arrampicamento fosse apparsa, questa variazione veniva scelta, ed, essendo congenita, trasmessa per divenire una parte dell'eredità della razza. L'uso non produsse le modificazioni nè la variazione, ma poichè le variazioni erano d'ogni genere indefinitamente, il principio d'utilità conservò le variazioni congenite favorevoli.

Così è in ogni caso. Se v'è prova che un organo viene usato, ne consegue che deve avere qualche valore per l'organismo, e cade quindi nell'ambito della scelta naturale. Certo non si può criticare la logica di questo asserto; la sola questione è sulla sua possibilità. La questione è se la selezione naturale dei caratteri congeniti sia sufficiente a spiegare tutti i caratteri che sembrano sviluppati coll'uso. Per esempio, la forma dei denti dei mammiferi è apparentemente tale quale sarebbe stata sviluppata dal loro uso nel tritare il cibo. Queste forme speciali sono oggi caratteri ereditari. Come si svilupparono essi? Noi possiamo forse comprendere come l'uso dei denti possa modificare la forma quando vengono sfregati gli uni sopra gli altri, e, ammettendo che gli effetti dell'uso possano venire trasmessi, possiamo comprendere come la forma dei denti si sia modificata nelle generazioni successive. Ma è difficile credere che l'apparizione di così piccoli cambiamenti di forma come si fecero nei denti possa mai aver avuto utilità sufficiente da determinare la vita o la morte degli individui, per non dir nulla delle difficoltà di ammettere che proprio queste variazioni siano apparse come congenite senza alcun rapporto coll'uso. Questo esempio è dato, non per indicare una preferenza per l'idea Lamarckiana, chè anzi qui i Neo-Lamarckisti hanno quasi la stessa difficoltà ma solo come un esempio dei complessi enigmi che s'incontrano cercando di applicare il principio della scelta naturale delle variazioni utili.

La teoria di Weismann e il Principio del Non Uso. La Panmixia.

Una più grave difficoltà s'incontra quando si tenta di spiegare la scomparsa degli organi per non uso. È possibile credere che un organo il quale viene usato può accrescersi per l'azione della selezione naturale, conservando nelle generazioni successive le variazioni più efficaci. Ma non si può spiegare allo stesso modo la scomparsa d'un organo per disuso. Per esempio, alcuni animali delle caverne non hanno occhi. Noi potremmo facilmente spiegarne la perdita se ammettessimo che le variazioni acquisite sono trasmissibili. Per gli animali viventi in caverne oscure gli occhi non servono. Ma per supporre che gli occhi siano stati perduti per selezione naturale, dovremmo ammettere che gli animali con occhi deboli erano *meglio* armati per la lotta per l'esistenza che non quelli con buoni occhi. Solo in queste condizioni il principio della sopravvivenza del più adatto potrebbe conservare gli individui senza occhi a spese degli altri se essi non fossero per questa ragione *meglio* armati per la lotta.

A questa difficoltà risponde Weismann ricorrendo ad un nuovo principio, il quale è essenzialmente il risultato della *sottrazione* della azione della selezione naturale. Noi potremo più facilmente comprendere questo principio con un esempio. A questo scopo prendiamo la patata irlandese, pianta sviluppata dalla coltivazione e quindi meglio compresa che una varietà selvatica. Per la intensa coltivazione che questa pianta ha subito da parte degli agricoltori i suoi tuberì sono stati aumentati di mole fino a divenire molto differenti dai tuberì della patata originaria. Questo aumento dei

tuberi venne prodotto, in parte per selezione dei più grossi tuberi per la semina, e in parte dall'intensa coltivazione a cui furono assoggettati. Ora nulla è più certo che se le patate fossero lasciate sole a crescere selvaggie in condizione di natura, questo enorme tubero in breve tempo scomparirebbe. Forse esso non potrebbe essere ridotto a dimensioni così piccole come il tubero della patata originale, ma certamente il grosso tubero si ridurrà presto di dimensioni. La spiegazione è semplicissima. Questo grosso tubero fu prodotto per selezione dei più grossi tuberi con incrociamiento e coltivazione intensa, e finchè queste condizioni perdurano il tubero conserverà i suoi caratteri nuovamente sviluppati. Ma queste condizioni si conservano solo per costante selezione delle migliori varietà. Ogni agricoltore sa che si fanno i migliori raccolti usando i più grossi tuberi per la semina; in altre parole la migliore varietà viene *conservata* per selezione costante delle migliori piante. Se l'agricoltore sottrae questa influenza selezionante e usa ogni sorta di tuberi senza scelta, piccoli e grossi, in poche generazioni si avrà una grande riduzione nella grossezza e nel valore dei tuberi. In altre parole anche dopo che i grossi tuberi sono stati prodotti per selezione si richiede ancora la stessa selezione per conservarli. Questo è un principio che ogni agricoltore ed ogni allevatore di animali riconosce. Se lasciamo a sè le varietà a riprodursi insieme, le forme più altamente sviluppate di animali e di piante coltivate presto scompaiono. Questo fatto fu invero usato spesso come un argomento contro l'evoluzionismo.

Questo stesso principio viene usato ora da Weismann per spiegare la riduzione apparente degli organi per disuso. Un carattere che fu sviluppato per selezione può persistere fintanto che la selezione lo conserva;

ma non appena le condizioni cambiano e la selezione non protegge più quel carattere, esso tende a scomparire come abbiamo veduto per le grosse patate. Per esempio gli occhi sono stati sviluppati da una lunga azione della legge della selezione naturale. Essi sono organi adattativi e il loro sviluppo fu prodotto dalla rigida esclusione degli individui con debole facoltà visiva. Ma proprio, come nel caso della patata, perchè quest'organo venga conservato si richiede lo stesso esercizio di selezione. Se tutti gli occhi, buoni o cattivi avessero uguale possibilità di essere conservati, l'occhio comincierebbe a degenerare. Ma la selezione dell'occhio può solo avvenire alla luce. Se perciò gli animali vivono e si riproducono in caverne oscure, tutta l'influenza della selezione sarà sottratta e gli occhi degli animali avranno la stessa storia della patata se fosse lasciata allo stato selvaggio. I loro occhi cominceranno a perdere di forza, non per *disuso*, ma solo perchè ogni genere di individui ad occhi buoni e ad occhi cattivi si accoppiano insieme e nulla conserverà più gli occhi buoni alle spese di quelli cattivi. In altre parole la selezione naturale è necessaria tanto per *conservare* che per *produrre* un organo. Inoltre in questo caso particolare si sostiene che nella caverna gli animali con occhi bene sviluppati sarebbero in svantaggio. I loro occhi privi di uso sarebbero sempre esposti a guasti dal correre contro gli oggetti nel buio. D'altra parte, gli animali con organi bene sviluppati pel tatto o per l'odorato possederebbero un grande vantaggio sopra quelli con occhi bene sviluppati. Quindi la selezione naturale si dirigerà verso lo sviluppo degli organi di tatto invece di mantenere e sviluppare gli occhi. Se inoltre gli occhi delicati sono fonte di disturbo perchè costantemente esposti a danni la selezione comincerà ad eli-

minare gli individui con occhi sensibili e a conservare quelli con organi del tatto e dell'odorato ben sviluppati. Ciò porterà naturalmente alla riduzione ed alla scomparsa degli occhi. Potremo quindi avere risultati apparentemente dovuti al non uso, ma in realtà alla selezione.

Weismann chiamò questo principio *panmixia*. Esso consiste evidentemente nella sottrazione dell'azione della selezione naturale per alcuni caratteri, e conseguentemente nell'accoppiamento perfettamente libero degli individui senza alcun riguardo al carattere in questione. La legge è molto generale ed ha vasta applicazione.

La *panmixia* è il principio chiamato a spiegare la perdita degli organi o la loro diminuzione a rudimento. Ma mentre questo principio spiega la degradazione in mole ed in efficacia degli organi che non hanno più valore, non spiega la loro completa scomparsa. Anche Weismann ammette che la *panmixia* non sia completamente sufficiente. Ora vi sono molti esempi di completa scomparsa di organi, come la perdita delle zampe nei serpenti, e poichè la *panmixia* non può spiegare questi esempi non possiamo considerarla come una spiegazione sufficiente dell'apparente perdita degli organi per disuso. L'applicazione di questo principio della *panmixia* all'uomo è di grande importanza.

Così la teoria della eredità di Weismann ha condotto al Neo-Darwinismo. Questa teoria è legata a trovare tutti i caratteri specifici utili od in correlazione con caratteri utili. Essa deve spiegare tutti gli effetti apparenti dell'uso e del non uso, sia colla selezione naturale, sia colla sottrazione della selezione pei caratteri inutili. Essa deve negare che l'ambiente abbia un'influenza direttiva sopra l'apparizione di variazioni e negargli quindi ogni influenza diretta sulla evoluzione. Essa deve trovare la spiegazione di tutti i fenomeni di di-

scendenza nella selezione dei caratteri congeniti prodotti forse primariamente dall'unione sessuale.

Il Weismannismo e l'umanità.

Noi potremo meglio apprezzare l'interesse del Weismannismo accennando ad altre deduzioni che si possono fare dalla teoria. Se questa fosse stata solo una teoria della eredità essa sarebbe stata come le altre teorie abbastanza interessante, ma non avrebbe attratto attenzione fuori del campo biologico. Ma essa è molto più che una semplice teoria dell'eredità, poichè comprende tutta la legge del progresso.

Indipendentemente dall'interesse ch'essa suscita dal punto di vista zoologico, la teoria, specialmente per ciò che concerne la non eredità dei caratteri acquisiti, ha una relazione stretta con molti problemi dello sviluppo umano. Si credette sempre che le condizioni in cui vivono i genitori hanno qualche influenza sull'eredità. Holmes ha anzi espresso questa credenza comune dicendo che l'educazione di un fanciullo dovrebbe cominciare cento anni prima della sua nascita. Con ciò s'intende naturalmente che per produrre un figlio con caratteri ereditari buoni, i suoi genitori ed anche i suoi nonni dovrebbero prepararsi, poichè se non conducono un giusto tenore di vita e non sono educati propriamente, l'eredità del figlio ne soffrirà. Ma, stando alla teoria di Weissmann, questo non può avvenire. Tale educazione degli antenati produrrebbe in essi solo certi caratteri acquisiti, e poichè questi non verrebbero ereditati, l'educazione precedente non influirebbe per nulla sul fanciullo, salvo che se inducesse i genitori a condurre vita differente e li rendesse atti a dare al figlio una migliore educazione. L'edu-

cazione del fanciullo comincia solo *dopo* la sua nascita, e l'educazione dei suoi genitori non ha effetto sui caratteri che essi gli trasmettono. Si crede comunemente che la tendenza all'alcoolismo venga trasmessa dal padre al figlio. In un certo senso questo è vero. Senza dubbio i figli di un beone corrono il pericolo di ereditare la tendenza del padre. Da questo aspetto della questione furono anzi tratti molti ammaestramenti morali che un uomo che s'abbandona a questa tendenza la trasmette pure ai suoi figli. Se un uomo, si dice, *acquista* la tendenza all'alcool facilmente la trasmetterà ai suoi figli nascituri. Ma anche ciò è un errore, se la nuova teoria della eredità è esatta. Una tendenza acquistata è un carattere acquisito e non può essere trasmessa per eredità. Se quell'uomo non ha egli stesso ereditata la tendenza, il fatto solo di averla acquistata non influirà per nulla sui caratteri che trasmette al figlio. Naturalmente un fanciullo nato nella casa di un beone, cresciuto nelle bettole, e coll'esempio continuo dei suoi genitori, ha tutte le probabilità di acquistare la tendenza per conto proprio, ma se il padre invece di *ereditare*, *acquistò* la tendenza, questa non può essere trasmessa al figlio. D'altra parte se il padre ha ereditato esso stesso la tendenza, ma non cedesse mai a questa in tutta la sua vita, ciò non gli impedirebbe di trasmetterla al figlio. In altre parole il genere di vita del padre non influisce minimamente sui caratteri che egli trasmette al figlio. È evidente che questo concetto modificherà molto le nostre idee morali.

Lo stesso principio ha larghissima applicazione, poichè, secondo questo concetto della eredità, nulla di ciò che l'individuo fa nella sua vita può influire sul figlio. Qualunque sia la vita condotta dai genitori, la più nobile o la più degradata, essa non modificherà

i caratteri che il discendente deve ricevere. Certo la vita dei genitori ha una grande influenza su quella del figlio per l'educazione e l'imitazione, ma, se la nuova teoria dell'eredità è giusta, l'influenza sarà *solo* di imitazione e di educazione, non di eredità. Immaginiamo due individui cogli stessi caratteri congeniti e supponiamo che uno sia posto in circostanze che lo conducono ai più bassi gradini della dissolutezza, mentre l'altro è posto in condizioni che lo conducono ad una vita esemplare; immaginiamo che ciascuno abbia un figlio che viene tosto separato dai suoi genitori, e che questi due figli vengano allevati in condizioni identiche; ne conseguirà che ciascuno dei due figli dimostrerà gli stessi caratteri ereditari. La vita dissipata di uno dei padri e la vita onesta dell'altro non conteranno nell'eredità. E questo principio è un poco rivoluzionario.

Da tali considerazioni conseguirebbe che l'unico controllo che un uomo ha sulla eredità dei suoi figli sta nella scelta della moglie. Se le sole modificazioni del plasma germinativo possono contare nell'eredità, e se queste modificazioni provengono interamente dalla mescolanza di due parti di plasma germinativo nella riproduzione sessuale, ne segue che il solo modo con cui un uomo può influenzare l'eredità dei suoi figli sta nella scelta del carattere del plasma germinativo che egli combina col proprio per formare la generazione seguente.

Egli può anche avere una influenza profonda sui figli per mezzo dell'ambiente onde li circonda e dell'educazione ch'egli dà loro. Ma sui caratteri che essi ereditano il suo potere cessa dopo la scelta della sposa. Tali considerazioni esaltano ancora di più il grande significato del matrimonio, e rendono ancor più chiara l'importanza della scelta del marito o della moglie. Se

fosse scelto un cattivo compagno nessuna educazione potrebbe correggere il male impresso nei discendenti.

È chiaro che queste conclusioni modificano decisamente molte nozioni correnti sullo sviluppo, e cambiano le nostre idee sulla responsabilità. Esse cambiano pure l'attitudine dell'individuo verso i suoi antenati e verso la sua discendenza.

L'individuo non può trasmettere cattive abitudini acquisite ai suoi figli, ma neppure può attribuire le sue colpe alle cattive abitudini dei suoi genitori. Ma vi sono anche alcune conclusioni spiacevoli. Per nessun metodo morale di vita una persona non può sradicare dalla sua razza i cattivi tratti congeniti che può aver ereditato. Inoltre, se le variazioni sono tutte congenite e dovute a qualche mescolanza poco compresa di plasmî germinativi nessuna azione dell'individuo può renderlo sicuro che i suoi figli non diano inizio ad una nuova linea di cattiva eredità. Noi non possiamo controllare le variazioni congenite, e nessuna vita rigida può proteggere con certezza la posterità. La portata di queste conclusioni è troppo grande perchè dobbiamo soffermarci.

Ma anche in un altro senso questa teoria riesce a conclusioni sorprendenti. Se paragoniamo l'uomo del secolo XIX coll'uomo di mille anni prima di Cristo, troviamo un contrasto notevole. La civiltà ha progredito rapidamente ed ha fatto grandi conquiste. L'uomo d'oggi è molto più alto nella scala del progresso e della potenza che l'uomo d'altri tempi. Studiando la storia della civiltà sembra manifesto che l'uomo si è avanzato rapidamente e che l'umanità di oggi è superiore immensamente a quella di tremila anni fa. Inoltre noi abbiamo sempre supposto tacitamente che è la civiltà che innalza l'uomo, e che la conoscenza e l'educazione, crescendo, lo elevano in un piano più

alto di sviluppo. È forse possibile ricordare le meravigliose conquiste attuali e paragonarle con quelle dei più grandi uomini dei tempi antichi senza credere che l'uomo d'oggi è superiore all'uomo del passato? Oppure consideriamo l'uomo civile e l'uomo selvaggio. Anche gli infimi membri delle comunità civilizzate, sono, per quanto riguarda le possibilità di operare molto più avanti dei più intelligenti rappresentanti delle tribù selvaggie. Possiamo noi paragonare Lincoln e Sitting Bull senza sentire che Lincoln è infinitamente superiore a Sitting Bull? O paragonare Beethoven col musicante di una tribù selvaggia che sente le estasi della sua natura sensuale soddisfatte col battere del tam-tam o colle poche note stonate di uno strumento a fiato? Possiamo noi dubitare che Beethoven sia superiore? In altre parole non è forse vero che la civiltà *ha* elevato l'uomo, e che sotto la sua influenza noi andiamo lentamente ma sicuramente acquistando non solo maggiore intelligenza, ma anche attributi mentali più grandi?

Ma qui ancora vediamo che la nuova teoria richiede una modificazione completa delle nostre idee. La civiltà, come l'educazione, sono forze esterne e non interne, estrinseche e non intrinseche.

La civiltà ha cambiato l'ambiente nel quale l'uomo vive, ha meravigliosamente cambiato l'educazione che esso riceve e gli arnesi che esso ha a sua disposizione e ha cambiato le opportunità che gli si offrono. Gli ha dato un nuovo terreno vantaggioso per l'azione, poichè ha accresciuta la sua conoscenza della natura. La civiltà ha cambiato l'ambiente, ma ha cambiato *l'uomo*? Oggi egli vien messo in possesso di tutto il sapere che si è venuto lentamente accumulando negli ultimi duemila anni; egli apprende in pochi mesi come le forze della natura sono state dominate, apprende

fatti che richiesero secoli di lenta scoperta prima di giungere nel dominio dell'uomo. L'arte della stampa gli dà in pochi anni quanto milioni di uomini hanno scoperto laboriosamente. La civiltà e la conoscenza progrediente posero nelle sue mani nuovi fatti, nuove forze, nuove leggi, nuovi metodi, nuove armi d'ogni sorta. Senza dubbio Lincoln era molto superiore a Sitting Bull, ma Lincoln aveva anche mezzi e arnesi molto superiori per agire. Egli aveva una nazione di milioni di pensatori per aiutarlo e assisterlo, egli aveva l'intera esperienza degli ultimi duemila anni per guidarlo. Grandi problemi gli si imponevano ed egli era forzato a risolverli perchè viveva in contatto con una grande nazione. Sitting Bull dal canto suo aveva un pugno di uomini dietro di lui, e questi uomini erano senza educazione e non sapevano nulla di quanto avevano appreso le generazioni precedenti. Egli non aveva l'esperienza di migliaia di anni per guidarlo; non aveva la storia che gli servisse di indicatore, non letteratura e solo alcune tradizioni. Non aveva al suo comando la scienza accumulata per secoli. Egli era obbligato a cominciare dal principio e ad apprendere ogni cosa per se stesso. Doveva apprendere metodi e principi, e nell'apprendere aveva solo poche rozze tradizioni per guida. Certo Sitting Bull era inferiore a Lincoln; ma se Sitting Bull avesse avuto i vantaggi di Lincoln, e Lincoln fosse cresciuto in una comunità selvaggia con una educazione selvaggia, chi oserebbe dire che l'intelligenza dell'indiano non si sarebbe svolta come quella dello statista, mentre Lincoln sarebbe stato solo un capo selvaggio? La differenza fra essi non era forse di mezzi e di opportunità più che di vere facoltà mentali disuguali?

Beethoven senza dubbio portò la musica ad un'altezza molto più grande di quella a cui mai la porta-

rono i musicanti delle tribù selvaggie. Ma bisogna ricordare che Beethoven trovò la musica già altamente sviluppata. Il selvaggio non ha altri strumenti che il tam-tam e qualche zuffolo stonato, mentre Beethoven aveva il pianoforte e l'orchestra. Se Beethoven avesse avuto solo il tam-tam e lo zuffolo a sua disposizione noi non avremmo avuto sinfonie dal suo genio. Se egli fosse nato selvaggio anche collo stesso genio musicale che ebbe, lo avrebbe speso a battere il tam-tam e a suonare lo zuffolo, o tutt'al più sarebbe riuscito a inventare un nuovo strumento musicale per la sua tribù.

D'altra parte se il musicista selvaggio che anche col tam-tam e lo zuffolo si sforza di fare della musica, fosse portato in una comunità civile, e apprendesse tutto ciò che apprese Beethoven, e i principi della musica, chi oserebbe negare ch'egli non potesse arrivare a scrivere una sinfonia? Egli trae dagli strumenti che possiede tutto quanto possono dare. Beethoven con mezzi migliori e migliore educazione poté fare di più.

In breve ci si impone la questione se l'umanità, nonostante le sue grandi opere, è oggi dotata di maggiori poteri naturali che nei secoli scorsi. Questa conclusione, come si vede, deriva direttamente dalla teoria weismanniana della eredità. La civiltà è una cosa esterna all'umana natura. L'educazione è un effetto prodotto sul corpo umano, ma non sul plasma germinativo. Tutti i fenomeni della civiltà sono stati sviluppati dalle facoltà del corpo e del cervello, e il plasma germinativo non vi ha parte. Ora, se i caratteri acquisiti non sono ereditari, non importa affatto per quante generazioni si educi la razza e quante generazioni di musicisti si siano susseguite. Queste influenze non agiranno sopra la eredità, poichè saranno

solo *miglioramenti acquisiti*. Invero potrebbe essere che le facoltà mentali dell'uomo si fossero sviluppate parallelamente al progredire della civiltà, come risultato della conservazione di variazioni congenite. Ma ciò sarebbe *indipendente* dalla civiltà, e non *in causa* della civiltà. In accordo con questa nuova teoria della eredità, sarebbe impossibile produrre variazioni nel plasma germinativo che dessero origine ad una maggiore potenza cerebrale col solo esercitare il cervello dell'individuo che porta il plasma germinativo in qualità di depositario per le generazioni future. E non costituirebbe differenza l'educazione del cervello per una sola generazione o per migliaia di generazioni. Se i caratteri acquisiti non sono ereditari, nessuna somma di educazione potrà in alcun modo influire sulle facoltà cerebrali della discendenza. Se quindi le facoltà cerebrali dell'uomo crebbero durante lo sviluppo della civiltà ciò fu dovuto alla selezione naturale e non all'effetto diretto della civiltà e dell'educazione.

Tale è l'opinione sostenuta dalla scuola di Weismann, la quale adduce alcune serie di prove per dimostrare che questa conclusione va realmente d'accordo coi fatti. Ogni cosa, essi dicono, tende a provare che i Greci di Atene erano intellettualmente uguali agli altri uomini di razza caucasica di oggi, anche nel più alto stato di sviluppo. Quando si paragonano i Greci cogli uomini moderni nei campi in cui essi ebbero facilità uguali alle attuali, i Greci non stanno indietro agli Europei. Certo se veniamo a quei campi in cui le cognizioni accumulate della razza possono avere la loro influenza, l'uomo attuale è molto superiore al greco, perchè opera su un terreno più vantaggioso. Ma l'arte greca non domandava conoscenze scientifiche speciali, ed essa non fu mai superata, mentre anche la letteratura greca figura fra i capolavori del

mondo. Nel secolo decimoquinto l'uomo inventò la stampa, e ne fu conseguenza il meraviglioso sviluppo della civiltà. Ma se la stampa ha mirabilmente accresciuta la quantità di nozioni con cui l'uomo può cominciare la sua vita attiva, che segue alla prima educazione, vi è ragione di pensare che essa abbia in nulla aumentate le sue facoltà innate. Per la stampa siamo meglio istruiti, abbiamo migliori arnesi per operare, e le nostre vite possono cominciare là dove cessarono i nostri antenati, ma v'è forse ragione per credere che abbiamo maggior potenza mentale che i nostri antenati di duemila anni or sono? Certo la scuola di Weismann non nega che vi possa essere questo aumento di potenza mentale. Questo deve essere certo avvenuto nel passaggio dall'intelligenza animale a quella dell'uomo, e può ancora continuare. Le razze civilizzate possono avere facoltà innate più alte che i selvaggi. Ma se così è, l'accrescimento delle facoltà mentali *non* fu prodotto dall'esercizio delle facoltà che abbiamo, nè fu prodotto dalla civiltà stessa, poichè allora sarebbero stati caratteri acquisiti, ma fu prodotto per selezione delle migliori variazioni congenite. La civiltà e l'educazione sono forze estrinseche, e non hanno alcun rapporto collo sviluppo intrinseco degli attributi innati.

Tali conclusioni, invero, mettono la storia umana sotto un nuovo aspetto. Se questo concetto è vero lo studio della civiltà non è affatto lo studio della evoluzione. L'umanità si è sviluppata pel lento accumularsi di caratteri innati dovuti a variazioni nel plasma germinativo. Questo è il vero sviluppo. Ma in modo affatto distinto da ciò l'uomo apprese l'arte di registrare le conquiste del passato in modo che le generazioni future ne potessero trarre profitto senza doverle riscoprire. Queste facoltà acquisite si sono accumulate di età in età, ma esse non costituiscono lo sviluppo umano.

Riassunto.

Il secolo scorso ha veduto parecchie teorie che cercavano la spiegazione dell'eredità, ma la sola che lasciò una grande impronta nella scienza è quella esposta da Weismann nel 1883. Questa teoria, per la sua semplicità, ricevette largo sostegno fin dal principio e fu più tardi confermata sorprendentemente dalla osservazione. La teoria della continuità del plasma germinativo consiste essenzialmente nella supposizione che la base della eredità sia una sostanza materiale che vien trasmessa di generazione in generazione e che vien chiamata *plasma germinativo*. Questa materia viene portata di età in età negli organi riproduttori dell'individuo. L'individuo è solo il risultato del dispiegarsi delle facoltà potenziali di una particella di plasma germinativo, e, dopo sviluppato, esso porta il resto di questa preziosa sostanza con sè, per trasmetterlo eventualmente ai suoi discendenti. Mentre il plasma germinativo è nell'individuo cresce in massa, ma non può cambiar natura. Esso è affidato alla custodia dell'individuo, ma nessuna particolarità che questi possa sviluppare può influire sul plasma germinativo, e quindi i caratteri acquisiti non sono trasmissibili ai discendenti. Per evitare la stabilità che risulterebbe da questa condizione di cose interviene la riproduzione sessuale, per la quale due particelle di plasma germinativo di provenienza differente vengono unite. La loro mescolanza produce variazione nel plasma germinativo e quindi il figlio offre variazioni congenite che vengono trasmesse per eredità. Ma l'ambiente dell'individuo, agendo sul corpo e non sul plasma germinativo, non influisce sulla eredità, e non ha quindi alcuna parte nella evoluzione.

Con questo concetto l'evoluzione diviene semplicemente la selezione naturale di quelle variazioni congenerate che rendono l'individuo meglio adatto al suo ambiente. La selezione naturale sceglie solo le varietà più favorevoli di plasma germinativo, causando la distruzione delle meno favorevoli. Questo rende impossibile l'ammettere che l'uso e il non uso e l'ambiente in generale agiscano direttamente nella evoluzione; rende l'utilità l'agente che determina la sopravvivenza e ci obbliga a pensare che *tutti* i caratteri siano utili. Trova una spiegazione della perdita degli organi non utili col principio della panmixia, che significa che la selezione naturale è richiesta per conservare un organo in condizione attiva quanto per produrlo; se questa azione vien sottratta l'organo degenera per accoppiamenti promiscui. Infine questa teoria ha un effetto speciale sul nostro concetto della evoluzione umana, forzandoci ad ammettere che l'uomo, per quanto concerne i suoi caratteri innati, non progredisce per opera della civiltà e della educazione, richiedendo quindi una modificazione grande dei nostri concetti precedenti della educazione e delle responsabilità morali.

Queste vaste deduzioni fanno della teoria di Weismann una delle più suggestive della scienza moderna, e richiedono una comprensione più completa di essa e dei suoi effetti sulla teoria dell'evoluzione. Passeremo appunto a queste considerazioni.

• • • • •



CAPITOLO VI.

Il metodo della Evoluzione alla luce del Weismannismo.

Il problema del metodo dell'evoluzione assunse un nuovo aspetto sotto l'influenza della teoria di Weismann sull'eredità. Se accettiamo la teoria quale l'abbiamo delineata dobbiamo cambiare molto profondamente i concetti del metodo di discendenza. Sarà necessario rimodellarli in modo da lasciare la sola conservazione dei caratteri congeniti quale causa di tutti i fenomeni che si connettono alla origine delle specie, e la selezione naturale apparirà, a prima vista almeno, la sola forza capace di dirigere la selezione di quelle variazioni congenite. I seguaci di Weismann non hanno esitato ad assumere questa posizione e sostengono che la selezione naturale basta a tutto, creando così, come abbiamo già detto, la scuola del Neo-Darwinismo o Weismannismo. Questi due termini, per quanto concerne la teoria del metodo della evoluzione hanno lo stesso significato. Noi useremo d'ora innanzi il termine weismannismo, poichè esso indica più accuratamente il concetto della evoluzione prodotta interamente dalla selezione di variazioni congenite.

La legge della selezione naturale, come abbiamo veduto, anche prima di Weismann fu severamente criticata e molti naturalisti, compreso Darwin, si convinsero che essa non era così onnipotente come s'era dapprima immaginato. Ma con Weismann la selezione naturale ricevette una nuova base, e in pochi anni essa divenne ancora più importante che mai, poichè fu posta in più forte contrasto con altre teorie. Nelle mani di Darwin la selezione naturale riceveva aiuto dall'uso e dal non uso, dall'effetto diretto dell'ambiente che produceva variazioni che potevano essere scelte, dall'effetto diretto della eredità di abitudini acquisite, ecc.; e tutte queste forze si supponeva agissero insieme. Nelle mani di Weismann la selezione naturale vien privata di tutti questi aiuti secondari e sta da sola.

La seduzione esercitata dalla nuova teoria fece per qualche tempo dimenticare le obiezioni sollevate contro alla selezione naturale; ma queste in breve risorsero con forza raddoppiata, poichè, secondo Weismann, tutto dipende da quella sola forza potente. Alcune delle questioni sulla sufficienza della selezione naturale abbiamo già considerato in un capitolo precedente, ove abbiamo detto che esse condussero a richiedere un maggiore studio delle cause e della natura delle variazioni. Avendo noi ora veduto una risposta recente alla questione dell'origine delle variazioni, cioè l'unione sessuale di plasmì germinativi differenti, torniamo ancora ad esaminare la teoria della selezione naturale più criticamente. Passando in rassegna gli ostacoli frapposti alla scelta naturale dobbiamo tener sempre a mente che non si tratta di obiezioni alla selezione naturale come legge di natura, e neppure al concetto che ne ebbe Darwin: la critica si rivolge solo contro il nuovo aspetto che la teoria dovette assumere come conse-

guenza della teoria dell'eredità di Weismann. È solo quando la dottrina della selezione naturale viene invocata come spiegazione esauriente dell'origine delle specie che la critica alla sua insufficienza per certi rispetti acquista significato. Si può ammettere l'importanza di tutte queste critiche e accettare ancora le idee di Darwin, ma non si può ammettere quelle e accettare la scuola weismannista.

Rapporti del weismannismo coi problemi della variazione e dell'evoluzione.

Osserviamo prima di tutto che molte critiche provengono da interpretazioni errate, e su queste non ci indugieremo. Fra queste menzioneremo l'obiezione che la selezione naturale personifica la natura; quella che essa non offre nulla in natura che sostituisca l'azione selettiva dell'allevatore che accoppia insieme gli individui che offrono i caratteri desiderati; quella che tutte le specie debbano *progredire*, mentre è ben noto che alcune sono rimaste stazionarie per chi sa quante migliaia di anni; quella che noi non dovremmo mai trovare specie inferiori in esistenza, perchè le più elevate ne dovrebbero aver preso il posto. Non è il caso di indugiarci, poichè queste idee sono soltanto il risultato di erronee interpretazioni del significato della selezione naturale, e scompaiono da sè appena questa venga bene compresa.

Ma vi sono altre difficoltà di maggior peso. Accenneremo prima al problema dell'utilità. Dobbiamo solo dire che pel weismannismo tutti i caratteri debbono essere di utilità sufficiente a determinare la vita o

la morte o la produzione di prole, o devono in ogni caso essere in correlazione con questi organi. È certo difficile concepire che tutti i caratteri apparentemente insignificanti delle specie, e che tuttavia hanno valore specifico, abbiano mai determinata la sopravvivenza di quelle linee di discendenza degli animali che li possedevano, con estermínio, e conseguente impossibilità di perpetuare la loro discendenza, di quegli animali che non li possedevano. Benchè i naturalisti siano ora più convinti che pel passato che una variazione estremamente piccola può essere utile, e abbastanza utile per determinare almeno la fecondità, come abbiám detto prima, non si può tuttavia sostenere, considerando la inutilità dimostrabile di certi caratteri, che i weismannisti abbiano provato la verità del loro principio che *tutti* i caratteri si sono sviluppati sotto la legge di utilità.

Dobbiamo accennare ancora all'eliminazione per incrociaménto. Come abbiamo veduto, l'incrociaménto di individui provvisti di variazioni favorevoli con altri che non le possiedono elimina il nuovo carattere se questo si osserva in un solo individuo e ciò portò a riconoscere generalmente che i caratteri individuali contano poco nel processo d'evoluzione. Perchè una variazione sia conservata in mezzo all'incrociaménto promiscuo deve avvenire in molti individui alla volta. Ora il weismannismo non riesce a spiegare come molti individui possano variare simultaneamente nella stessa direzione.

La variazione proviene sempre dalla mescolanza di plasma germinativo nella riproduzione sessuale, ed è impossibile che la stessa mescolanza possa avvenire nei discendenti di due coppie qualunque d'individui. Noi non vediamo quindi alcuna ragione del perchè le variazioni congenite debbano avvenire in molti indi-

vidui alla volta nella stessa direzione. Quindi la scelta naturale sarà forzata ad agire solo sul principio delle medie, principio abbastanza soddisfacente per spiegare lo sviluppo degli organi in mole ed in azione, ma per altri punti, specialmente per spiegare il principio degli organi, assolutamente inadeguato.

La teoria di Weismann ha risposto alla questione degli inizi degli organi, che, come vedemmo, è coinvolta nel problema dell'origine delle variazioni? Essa ha in ogni modo suggerito qualche cosa. Weismann fornisce una spiegazione dell'origine delle variazioni colla mescolanza al tempo della riproduzione sessuale di due particelle di plasma germinativo molto complesso. Noi possiamo facilmente vedere come ciò spieghi la origine delle variazioni; e come possa anche dar ragione di ciò che noi chiamiamo variazioni discontinue. Ma queste variazioni sarebbero puramente casuali, non manifestandosi in direzione definita e solo in individui isolati alla volta, e naturalmente senza alcuna relazione coi bisogni dell'individuo. Se un animale fosse posto in condizioni ove un lungo collo fosse richiesto, non vi sarebbe maggior ragione per attenderci dalle variazioni congenite piuttosto animali con collo lungo che animali con dita soprannumerarie o zampe corte o colore differente del pelo, o qualsiasi altro carattere a caso. Nel nostro esempio non vi è forse difficoltà reale, poichè è facile vedere che gli animali nasceranno con colli d'ogni lunghezza.

Noi possiamo semplicemente supporre che la scelta naturale distruggerà gli animali a collo corto, mentre le variazioni nel numero delle dita, nel colore, ecc., non influendo sul problema della conquista del cibo, non saranno toccate dalla selezione, e verranno o andranno senza lasciare effetto permanente. Ma una vera difficoltà ci si affaccia quando consideriamo strutture

che non potrebbero esser state prodotte per l'accumularsi di piccoli incrementi, dacchè richiedono l'adattamento reciproco di parti differenti, come ad esempio le pesanti corna e le massicce spalle del cervo. Il migliore esempio di questo gruppo l'abbiamo negli istinti, a cui accenneremo in seguito.

Noteremo ancora che, mentre il weismannismo dà ragione della variazione, non riesce affatto a spiegare la variazione determinata. Come già accennammo, i paleontologi, che studiarono l'evoluzione attraverso lunghe epoche della storia del mondo, si sono convinti che le variazioni non furono fortuite, ma si verificarono lungo certe linee definite. Tale conclusione non va certo d'accordo colla teoria di Weismann. L'origine delle variazioni per mescolanza di plasmì germinativi non offre alcuna opportunità per la variazione determinata. Ora non fu ancora positivamente dimostrato che la variazione determinata sia un fatto effettivo in natura. Se ciò potesse essere positivamente provato sarebbe fatale all'idea che trova la causa dell'evoluzione nella selezione naturale delle variazioni fortuite. Ma l'evidenza del verificarsi di variazioni lungo linee definite è di tale carattere da aver convinto i paleontologi, e negli ultimi anni la credenza in questa legge si è accresciuta. Anche Weismann nelle sue pubblicazioni più recenti ha sentito la necessità di spiegare la cosa. Egli ha riconosciuto che le variazioni non solo sembrano apparire in linee definitive, ma che appaiono ove sono richieste, due fatti ben differenti dalla teoria di Weismann, quale noi l'abbiamo considerata fin qui. Se quindi vediamo Weismann ammettere che le variazioni non sono casuali, come dovrebbero essere necessariamente secondo la sua prima spiegazione, possiamo essere certi che l'evidenza di tali variazioni determinate è così forte, che questo fatto

deve essere compreso in qualunque teoria soddisfacente della discendenza.

Senza dubbio ci sarebbe di grande aiuto per la soluzione di alcune di tali questioni, specialmente di questa delle variazioni determinate, il poter credere, come Darwin, all'eredità delle variazioni acquisite, almeno in piccolo grado. Se tale eredità avviene in qualche grado, essa è una forza direttiva, e determina la direzione delle variazioni che verranno in seguito conservate. Essa sarebbe quindi, alla fine, una forza molto potente. Ma la teoria di Weismann ci priva di questo aiuto. Si può forse dire senza timore di discussione che, salvo pochi estremi, i naturalisti in generale riconoscono il grande peso della difficoltà, e comprendono gli ostacoli seri che si frappongono all'accettazione della selezione naturale quale causa sufficiente per la discendenza organica, come dobbiamo fare se accettiamo la teoria di Weismann sull'eredità. Ma ciò non vuol dire che si debba abbandonare o la nuova teoria dell'eredità o la selezione naturale, ma significa semplicemente che la selezione naturale delle variazioni accidentali risultante dalla mescolanza dei plasmi germinativi non basta da sola a spiegare la discendenza. La condizione attuale del dibattito fu bene espressa da Osborn: " Se le variazioni acquisite vengono trasmesse, vi deve essere qualche principio di eredità incognito; se esse non vengono trasmesse, vi deve essere qualche fattore dell'evoluzione incognito „. Ciò fu scritto in origine da un avversario della scuola weismannista, ma fu più tardi citato con approvazione da Weismann stesso, perchè esprime le condizioni attuali della discussione. E poichè ciò rappresenta la posizione di due scuole opposte, possiamo dire che rappresenta l'opinione generale della scienza odierna.

Sarà ora evidente che la nuova teoria della eredità è qualche cosa di più di una semplice ipotesi sul processo dell'eredità stessa, ma che i suoi risultati si estendono in ogni direzione nella filosofia e nella scienza. Essa comprende il concetto intero del metodo della evoluzione, e se è vera, comprende idee fundamentalmente nuove. Con tutti questi pregi è facile comprendere l'intenso interesse che si concentrò intorno a questo tentativo apparentemente modesto di spiegare il processo di eredità. È facile comprendere come la discussione di questa teoria fu il centro attivo del dibattito degli ultimi vent'anni. Dacchè Weismann propose la sua teoria non vi fu adunanza di scienziati in cui non sia stata fatta qualche considerazione su questo o su altri argomenti affini. Il significato estremamente importante della teoria, se essa è vera, offre una ragione sufficiente per lo studio di quella oscura sostanza che è il plasma germinativo, sostanza puramente ipotetica.

Questo ci porta finalmente alla questione di fatto. È veramente un fatto che i caratteri acquisiti non siano ereditari, o questa è solo una conclusione falsa di una ipotesi non dimostrata? Finora abbiamo considerato il weismannismo semplicemente come teoria. Ora dobbiamo vedere se s'accorda coi fatti. Se la teoria di Weismann è vera, lo è dessa così strettamente che l'eredità dei caratteri acquisiti debba venir negata, oppure può essa venir modificata in modo da ammettere la possibilità di tale ereditarietà? Quale delle corna del dilemma dobbiamo noi afferrare? Vi è un tale fattore ignoto nella eredità che renda possibile l'eredità dei caratteri acquisiti, o vi è qualche fattore incognito nella evoluzione che spieghi la discendenza senza questa eredità?

Il weismannismo teoria della eredità e teoria della evoluzione.

Tentando di determinare se la teoria di Weismann coincida coi fatti, dobbiamo prima di tutto notare che vi sono due serie assolutamente differenti di fatti che la teoria cerca di spiegare. Prima abbiamo i fatti dell'eredità stessa. Ostensibilmente, il solo scopo della teoria della continuità del plasma germinativo è quello di fornire una spiegazione intelligibile del fatto che i figli rassomigliano ai genitori. Il secondo fatto è quello della evoluzione. Il weismannismo non è solo teoria dell'eredità, esso diviene subito una teoria dell'evoluzione. Esso spiega la eredità colla continuità del plasma germinativo, ma spiega l'evoluzione colla selezione naturale delle variazioni congenite risultanti dall'unione sessuale. Invero questi due lati della teoria sono strettamente connessi, e il secondo deriva chiaramente dal primo. Ma essi sono tuttavia due problemi distinti. La teoria della eredità potrebbe essere vera, almeno in grande parte, e tuttavia la sua applicazione al problema della discendenza essere falsa. Può essere vero che la continuità del plasma germinativo sia la base della eredità, ma può anche esser vero che altre forze pure, all'infuori della unione sessuale, abbiano agito a produrre l'evoluzione organica. Un concetto analogo a questo è oggi sostenuto forse dalla maggioranza degli scienziati.

Se la teoria fosse semplicemente che la base della eredità è una sostanza germinale trasmessa di generazione in generazione, di padre in figlio, per le cel-

lule riproduttive, e che viene trasportata di generazione in generazione, crescendo solo in massa, certo vi sarebbe su tale teoria poca discussione. Tale concetto è così semplice e va così d'accordo coi fatti che ha grande peso per se stesso. Ma Weismann aggiunse due conseguenze al suo concetto, che ne fecero più di una semplice teoria della eredità. In primo luogo egli suppose che questo plasma germinativo sia *assolutamente stabile*, cioè non soggetto a cambiare per l'influenza dell'ambiente. Il corpo di un organismo è certamente soggetto a grandi modificazioni prodotte in lui dall'ambiente, ma per contrario il plasma germinativo vien supposto assolutamente stabile. Esso vien trasmesso dal padre al figlio, e poi trasmesso da questo *esattamente* come egli l'aveva ricevuto. Benchè possa crescere in massa come crescono gli organi riproduttori, esso rimane immutato, qualunque siano le condizioni a cui l'individuo viene assoggettato. Il plasma germinativo è assolutamente costante, salvo quando l'unione con altri plasmi germinativi produce variazioni.

In secondo luogo, Weismann suppose che questo plasma germinativo fosse *perpetuamente continuo*. Con ciò si intende che il plasma germinativo viene trasmesso di padre in figlio senza possibilità pel corpo di aggiungervi o togliervi qualche cosa.

Non vi è possibilità di scambio fra il corpo e il plasma germinativo. Questi due concetti, del plasma che non può essere modificato dall'ambiente e che non può ricevere nulla dal corpo, costituivano le caratteristiche essenziali della teoria di Weismann nella sua prima forma. Sul primo concetto della stabilità è basata la teoria dello sviluppo per unione sessuale, e sul secondo della continuità è basata la negazione della eredità dei caratteri acquisiti. Se l'uno o l'altro di questi principi viene abbandonato, la teoria di Weis-

mann deve essere modificata. Vedremo che entrambi i principi sono stati virtualmente abbandonati.

Stabilità del plasma germinativo.

Conclusioni teoriche.

È questa fase della teoria che ha reso necessario di sostenere che tutte le variazioni che contano nell'evoluzione, cioè quelle congenite, derivano da mescolanze del plasma germinativo. In altre parole, è questa idea della stabilità assoluta che trova nella unione sessuale la sola causa delle variazioni congenite. Tutte le variazioni congenite sono fattori della evoluzione e quindi ogni forza che modifica il plasma germinativo è una forza nell'evoluzione. Se però il plasma germinativo è assolutamente stabile, le variazioni congenite non possono venire che da mescolanze di elementi che sono già in questo plasma.

Ora logicamente non v'ha ragione che non si possano pensare altri metodi di produrre modificazioni del plasma germinativo. La sua stabilità assoluta non deve necessariamente essere una parte della teoria dell'eredità, e di più questa idea della stabilità non riceve conferma. È altrettanto facile supporre che il plasma germinativo sia soggetto a variazioni come ammettere che esso sia assolutamente stabile. Noi possiamo facilmente supporre che sia soggetto a variazione spontanea interna, per la sua instabilità, o che le condizioni ambientali possano agire su di esso. Può darsi benissimo che, per insufficienza d'alimento, l'animale o la pianta che porta una data parte di plasma germinativo, sia mal nutrita. In tal caso si può naturalmente

supporre che il plasma germinativo ne venga affetto direttamente. Oppure potremmo supporre che alcune variazioni acquisite nell'individuo, prodotte dall'uso o da altre cause, influirebbero sul corpo dell'animale in modo da produrre profondi turbamenti fisiologici che metterebbero il plasma germinativo in nuove condizioni. E se questo avvenisse è naturale supporre, a meno che non si voglia ammettere per teoria l'assoluta stabilità del plasma germinativo, che questo verrebbe modificato dalle nuove condizioni. Si deve notare che questo non vuol dire l'eredità dei caratteri acquisiti. Molto probabilmente non vi sarebbe somiglianza fra la modificazione avvenuta nel corpo come variazione acquisita e la variazione nel plasma germinativo che risulta da esso. L'individuo può, per esempio, perdere un occhio per non uso, e questo può talmente influire sulla sua fisiologia che il plasma germinativo sarebbe modificato dalle nuove condizioni e le generazioni seguenti offrirebbero variazioni, non in direzione di occhi diminuiti, ma in qualche altra via indefinita. Le variazioni della generazione seguente sarebbero casuali per quanto è della relazione cogli occhi ridotti. Non sarebbe più probabile di avere occhi diminuiti che occhi aumentati, o variazioni in direzione assolutamente differente. Quindi non vi sarebbe realmente eredità di caratteri acquisiti. Il fatto sarebbe solo questo: che un cambiamento nell'ambiente produsse variazioni acquisite nel corpo dell'individuo; queste alterarono l'equilibrio del corpo e le nuove condizioni fisiologiche posero il plasma germinativo in nuove condizioni, facendolo cominciare a variare. I cambiamenti nel plasma germinativo producono poi variazioni congenite nella generazione seguente, ma queste non avranno rapporto diretto colle variazioni acquisite sviluppatesi nell'ultima generazione.

Ora questo concetto è tanto plausibile quanto quello

della assoluta stabilità. Nulla nella natura del plasma germinativo indica che esso debba essere stabile, se noi non lo immaginiamo volontariamente. Al contrario, poichè è la sostanza più complessa di cui abbiamo conoscenza, è assai probabile che sia molto instabile. Si sa che i corpi semplici sono comunemente stabili, mentre quelli complessi sono instabili. Certamente il plasma germinativo, se esiste, contenendo in piccola massa tutti i caratteri dell'adulto, dev'essere inconcepibilmente complesso. Perchè allora dovremmo credere che sia il più stabile di tutti i composti organici? Logicamente, quindi, senza alcun rapporto coll'eredità dei caratteri acquisiti, pare molto più verosimile che questa sostanza non sia stabile.

Nè ammettendo ciò si ripudia la teoria che trova nella continuità del plasma germinativo la spiegazione dell'eredità. Lo studio dell'uovo ci mostra che una specie di sostanza ereditaria viene trasmessa dal padre al figlio, e viene poi messa probabilmente in disparte per formare la sostanza ereditaria della generazione seguente. Nulla in ciò ci conduce a negare che qualche cambiamento non possa avvenire in questa sostanza, cambiando le condizioni. La ragione per cui fu supposta così stabile fu piuttosto perchè si ammise che questa sostanza venisse nascosta negli organi riproduttivi, lungi da ogni opportunità di essere influenzata dall'ambiente. Ma anche colà essa sarà probabilmente influenzata dalle modificazioni fisiologiche che avvengono nell'organismo, ed inoltre, come vedremo, è oggi ammesso da Weismann che questo plasma germinativo può essere più o meno largamente distribuito pel corpo, invece di essere confinato negli organi sessuali. Nulla, in breve, indica che questa sostanza sia fuori della portata dell'ambiente. Tutto ciò che è realmente suggestivo nella teoria, e tutto ciò che riceve conferma dall'osservazione

vien mantenuto, anche se noi ammettiamo che questo plasma germinativo non sia assolutamente stabile, ma soggetto a variazioni. Se queste variazioni avvengono, esse avranno un effetto sulla evoluzione, poichè saranno necessariamente ereditate. Questo concetto non è l'eredità dei caratteri acquisiti, ma soltanto la variazione indipendente del plasma germinativo.

Alcuni naturalisti si sono così completamente convinti della instabilità del plasma germinativo che rovesciarono le conclusioni teoriche di Weismann. Il plasma germinativo, come *il più complesso* dei corpi, viene anche considerato come *il più instabile*. Invece di rimaner costante di generazione in generazione, come suppone Weismann, esso cambia continuamente, *mai* rimanendo stabile. Il figlio non può mai essere uguale ai genitori per la variabilità costante di questa sostanza. L'unione sessuale ha perciò l'effetto opposto a quello supposto da Weismann. Il figlio prodotto dall'unione sessuale, invece di essere più variabile dei genitori, si trova a metà via fra essi, e quindi si allontana *meno* largamente dalla media che non i suoi genitori. L'unione sessuale tende così ad impedire una larga variazione piuttosto che a produrla, ed è quindi la forza che tiene in freno la tendenza universale del plasma germinativo a variare. Queste conclusioni sono esattamente l'opposto di quelle di Weismann in quasi tutti i particolari che toccano la teoria dell'evoluzione. Questa idea sulla questione è molto nuova, ed è difficile dire oggi quale influenza essa avrà sul problema del metodo dell'evoluzione. Se essa sarà vera, dovremo considerare l'unione sessuale come una forza piuttosto conservatrice che produttrice di variabilità, e in generale il nostro concetto dell'evoluzione ne verrà molto modificato. Attualmente, tuttavia, il soggetto, benchè forse abbia uguale probabilità di essere vero come

l'ipotesi di Weismann, non ha ancora cagionate discussioni o ricerche che meritino più di una semplice menzione. Ma questo accenno serve ad ogni modo a mostrare la incertezza del concetto weismannista dell'evoluzione, basato sulla stabilità del plasma germinativo.

Ritornando a Weismann, dobbiamo accennare ad una fase curiosa della teoria, quale era sostenuta in origine dal suo autore. Se il plasma germinativo è assolutamente stabile, come mai avrebbe potuto sorgere qualche variazione? Certo non per mescolanza di plasmi germinativi, poichè ciò non produrrebbe variazioni, se i due pezzi di plasmi non sono disuguali. Quindi Weismann riconducendo le variazioni all'unione sessuale vide la necessità di qualche spiegazione precedente per dar ragione delle differenze fra la sostanza ereditaria dei vari individui. Se il plasma germinativo è assolutamente stabile, come potrà esso aver acquistato delle differenze? Per rispondere a questa questione Weismann trovò necessario far risalire tutte le variazioni al passato remotissimo, prima che cominciassero la riproduzione sessuale.

Negli organismi unicellulari, come già vedemmo, essendo la riproduzione semplice divisione, tutte le variazioni che avvengono nell'individuo vengono trasmesse ai discendenti. In questi casi perciò le variazioni acquisite vengono trasmesse da individuo ad individuo, poichè non v'è plasma germinativo distinto dal corpo dell'organismo. In questo modo delle variazioni si introdussero negli organismi, e quando in seguito cominciò la riproduzione sessuale e il plasma germinativo divenne distinto dalle cellule somatiche, questo plasma germinativo era già provvisto di molte variazioni in differenti individui. Secondo Weismann, queste variazioni erano rappresentate da particelle ma-

teriali nel plasma germinativo, e tutte le variazioni susseguenti di tutti gli animali e di tutte le piante furono prodotte dal semplice mescolarsi in differenti modi di queste particelle; neppur due mescolanze producendo mai esattamente le stesse combinazioni. Tutte le variazioni di tutti i tempi furono così fatte risalire al mondo primitivo, quando non esistevano che organismi unicellulari. Il regno vegetale e il regno animale provennero dalle combinazioni continuamente cambianti delle particelle materiali del plasma germinativo, ciascuna delle quali rappresentava qualche variazione, che apparve chi sa quanti milioni di anni or sono. Questo concetto è certo molto straordinario, e ci colpisce quasi come un'assurdità. Anche Weismann nei suoi scritti successivi abbandonò questa parte della teoria, benchè sostenga ancora che la variazione in generale può esser fatta risalire in grande parte agli organismi unicellulari.

Stabilità. Prove d'osservazione.

La discussione puramente teorica è in generale sterile, e finchè si tratta questo argomento solo dal punto di vista teorico abbiamo poca speranza di raggiungere una conclusione. Fortunatamente vi sono fatti di osservazione diretta che conducono a risultati positivi. Anche Weismann, convinto dai fatti, ha abbandonato il suo concetto originale ed ammette ora che il plasma germinativo non sia assolutamente stabile. Le ragioni che lo hanno indotto a questa conclusione sono in parte teoriche, come quelle che abbiamo considerate, ma specialmente è la considerazione di una serie di

fatti che c'insegnano che i caratteri ereditari possono certamente essere modificati, in modo affatto *indipendente dall'unione sessuale*.

Secondo la prima forma della teoria si avrebbe di conseguenza che gli animali che si sviluppano senza fecondazione non avrebbero variazioni congenite, e quindi non vi potrebbe essere evoluzione. Ma ciò è contrario ai fatti. Vi sono certi gruppi di animali e di piante che possono riprodursi partenogeneticamente, cioè con uova che si sviluppano senza fecondazione. Questa naturalmente è una riproduzione senza unione sessuale. Ma non vi è ragione per credere che i discendenti abbiano ad esser privi di variazioni. Ancor più adatti al nostro scopo, menzioneremo certi gruppi di piante inferiori, alcune alghe e probabilmente i funghi, nei quali non si verifica vera unione sessuale. Non vi sono organi sessuali, e la riproduzione sembra avvenire senza unione sessuale, o se questa avviene è certamente rara. Ora, secondo l'idea che le variazioni congenite provengono *solo* dall'unione dei plasmi germinativi, non vi dovrebbe essere variazione, e per conseguenza non evoluzione in queste piante. Ma queste piante offrono appunto variazioni tanto larghe quanto quelle delle altre piante, e furono certamente soggette alla stessa evoluzione delle altre piante. Qui certo le variazioni congenite sono avvenute senza il processo sessuale.

Ancora più significanti, perchè più facilmente osservabili, sono i fatti detti di *variazione nelle gemme*. Una variazione nelle gemme è una variazione che avviene in una sola gemma sopra una pianta, e può essere una variazione piccola, come può anche essere molto grande. Ora in molte piante le gemme sono capaci di formare nuove piante. Se si stacca un ramo od una gemma dalla pianta e lo si pone in condi-

zioni adatte esso sviluppa radici, e, col tempo, forma un individuo completo. Quando questa pianta proviene da una gemma che ha presentato qualche variazione, il nuovo individuo offrirà pure questa variazione. La variazione, inoltre, rimarrà costante. La pianta può esser propagata per talee, o per produzione di semi, e quindi per unione sessuale, ma in entrambi i casi la nuova varietà apparirà nelle piante successive. In altre parole, queste variazioni nelle gemme si propagano come le variazioni nei semi e sono quindi variazioni congenite. Numerosissime volte gli agricoltori produssero nuove varietà colla selezione delle gemme. Le rose muscose, per esempio, provennero da variazioni nelle gemme, ma oggi sono tanto distinte e ugualmente propagabili per semi come le altre varietà di rose derivate da unione sessuale. Nessuno può distinguere fra una varietà per gemme ed una varietà per seme. Ma tali varietà per gemme non provengono certamente da unione sessuale, e poichè si comportano come le altre varietà, vediamo qui che i caratteri congeniti possono provenire da altra fonte che dall'unione sessuale.

Da questi fatti possiamo trarre alcune conclusioni significative. Prima, l'unione sessuale *non* è necessaria per produrre variazioni durevoli e cheentino nel processo di evoluzione. Seconda, la sostanza germinale *non* è confinata negli organi riproduttori, poichè le gemme in questi casi certamente ne contengono. Terza, la sostanza germinativa che è nella gemma dev'essere soggetta a variazione indipendente dal resto della sostanza germinativa della pianta, poichè i discendenti della gemma presentano il nuovo carattere, mentre i discendenti del resto della pianta offrono i vecchi caratteri. Il plasma germinativo fu quindi modificato da qualche forza che agì sopra di esso dopo l'ultimo

periodo di riproduzione sessuale. Esso deve quindi essere soggetto a modificazioni per l'azione diretta dell'ambiente. La considerazione di questi fatti indusse Weismann e la sua scuola ad ammettere che il plasma germinativo è soggetto a variazioni o spontanee e dovute alla sua instabilità, o per l'influenza diretta delle condizioni, ma in ogni caso indipendentemente dalla unione sessuale.

Fino a questo punto troviamo un accordo essenziale. Il plasma germinativo non è assolutamente stabile. Se ora noi togliamo a questo concetto il termine ipotetico di plasma germinativo, e chiediamo quale ne è il significato pratico, troviamo che è essenzialmente il seguente: Mentre la base dell'eredità è qualche cosa di continuo di generazione in generazione, questa sostanza non è inalterabile, ma *i caratteri ereditari che un animale od una pianta trasmette ai suoi discendenti possono essere modificati dalle condizioni. Essi non sono assolutamente fissati dal carattere originario della materia ereditaria che l'individuo riceve.*

Ma se chiediamo poi quanta sia la stabilità di questa sostanza, troviamo opinioni molto differenti. Weismann pensa che essa è molto stabile e che viene solo eccezionalmente modificata dalle condizioni. Bateson, che generalmente è opposto a Weismann, la crede anche affatto stabile, e pensa che essa si sposta da un punto di stabilità ad un altro. Williams d'altra parte insiste sulla instabilità come carattere essenziale, e pensa che essa varii sempre in una direzione od in un'altra. Fra queste opinioni così diametralmente opposte non si può fare un compromesso, e noi abbiamo bisogno di indugiarci più a lungo in questo argomento.

L'instabilità e l'evoluzione.

È importante tuttavia per noi accennare alle grandi modificazioni che l'ammettere la instabilità introdurrebbe nel nostro concetto del metodo evolutivo. Invece di dover calcolare unicamente sui caratteri congeniti derivanti da mescolanze di caratteri germinali nella fecondazione, abbiamo una serie interamente nuova di variazioni per aiutarci nel processo di evoluzione. Invece di contar nulla l'ambiente, salvo che per determinare quali individui dovranno sopravvivere, esso viene a contare molto originando nuovi caratteri, poichè può produrre variazioni nel plasma germinativo, dando quindi tanto variazioni congenite che variazioni acquisite. È vero che noi abbiamo prima veduto che non v'è ragione di credere che queste variazioni adatteranno l'individuo alle nuove condizioni. Esse non sono, come le variazioni acquisite, effetto diretto della reazione dell'organismo alle condizioni. Esse parrebbero piuttosto variazioni casuali, indefinite nel plasma germinativo instabile, prodotte dal fatto che un cambiamento nell'ambiente turba la fisiologia normale dell'organismo. Queste modificazioni possono essere o non essere adattative. Ma anche se non sono adattative, avranno sempre questo carattere importante: che esse avranno probabilità di accadere dove sono più richieste. È quando l'ambiente cambia che vi è il maggior bisogno di modificazione della razza. Il fatto che l'individuo deve adattarsi a nuove condizioni prova che si richiede un nuovo adattamento anche nella razza come nell'individuo. I cambiamenti necessari nell'individuo sono prodotti dalle variazioni

acquisite; per cambiare la razza è necessario che si modifichi il plasma germinativo. Se tuttavia il plasma germinativo può essere affetto pel fatto che l'individuo è fuori dell'equilibrio armonico colle sue condizioni, il plasma germinativo comincerà ad offrire variazioni quando l'individuo comincia ad aver bisogno di nuovi caratteri. In altre parole, se il plasma germinativo è realmente instabile e soggetto ad influenze per cambiamenti nelle condizioni, ne segue che le variazioni congenite potranno apparire quando la variazione è richiesta, e ciò avverrà quando avvengono le variazioni acquisite. Esse appariranno quando saranno richieste, benchè possano non avere particolare adattabilità ai bisogni speciali. La adattabilità verrà più tardi per azione della selezione naturale.

L'importanza di questo cambiamento nella intelligenza dei fatti della eredità è grandissima. Le caratteristiche essenziali della teoria evolutiva di Weismann erano due: la prima era la non-ereditarietà dei caratteri acquisiti, e la seconda l'idea che tutte le variazioni congenite vengono dall'unione sessuale. Col l'ammissione da parte di Weismann che il plasma germinativo è soggetto ad altre influenze all'infuori dell'unione sessuale, ritorniamo ad una condizione che rassomiglia di più a quella ammessa da Darwin. Darwin supponeva che le costanti modificazioni dell'ambiente sono quelle che producono le variazioni negli organismi, tanto congenite che acquisite, e che queste modificazioni furono i fondamenti dell'evoluzione. A queste condizioni si ritorna colle concessioni di Weismann relative alle variazioni. Ma il concetto di Weismann è ancora affatto differente da quello di Darwin, poichè considera l'unione sessuale come la causa principale delle variazioni congenite, e la variazione diretta del plasma germinativo come secondaria, e poichè

nega recisamente la possibilità dell'eredità dei caratteri acquisiti.

Continuità perpetua del plasma germinativo. Conclusioni teoriche.

Avendo veduto che Weismann ha abbandonata la stabilità assoluta del plasma germinativo, studieremo ora l'altro problema della trasmissione dei caratteri acquisiti. Weismann ha supposto che questo plasma germinativo fosse continuo di generazione in generazione come qualche cosa trasmessa dal padre al figlio, ma non aumentata nè diminuita dall'individuo che la porta.

Non vi è quindi scambio fra il corpo e il plasma germinativo. Il corpo e il plasma hanno sfere d'influenza assolutamente indipendenti; il corpo porta solo il plasma germinativo, ma non ha altra relazione con esso. Su questa parte della teoria è appunto basata la negazione dell'eredità dei caratteri acquisiti. Se il corpo ha commercio col plasma germinativo, è facile supporre che i caratteri acquisiti possano imprimersi sul materiale germinale, ma se non vi è tale commercio, i caratteri acquisiti non possono venire ereditati.

In primo luogo non vi ha ragione logica per supporre che questo commercio non avvenga. Quando si ammette, come abbiamo veduto, che il plasma germinativo può essere modificato per altre condizioni all'infuori dell'unione sessuale, perchè non possiamo noi supporre che le variazioni nel corpo agiscano anche su di esso? Il plasma è conservato nel corpo, e le circostanze che influiscono su questo devono in-

fluire anche su quello. L'individuo costituisce l'ambiente del plasma germinativo, e se questo plasma cambia col cambiare del suo ambiente, ne segue che i cambiamenti nell'individuo, cioè le variazioni acquisite, possono avere qualche effetto sul plasma germinativo, e quindi produrre variazioni congenite.

Ciò è reso ancora più probabile quando ci facciamo a considerare una nuova serie di fatti. Come fu dapprima considerato, e come anche noi l'abbiamo considerato fin qui, il plasma germinativo è una sostanza derivata dall'uovo e depositata negli organi riproduttori finchè ritrova la sua via nell'uovo della generazione seguente. Ma si può dimostrare assolutamente che questa non è una giusta interpretazione dei fatti. La sostanza germinativa non è confinata negli organi riproduttori. I fatti che provano ciò sono specialmente chiari nelle piante. In moltissime piante un ramo può riprodurre tutto l'individuo, fatto che prova che ogni ramo deve contenere un poco di plasma germinativo. Ciò forse non sorprende quando si ricorda che i rami normalmente producono fiori, e si può quindi considerarli come contenenti in ogni tempo gli organi riproduttori. Ma vi sono altre molte piante, piccole parti delle quali possono riprodurre l'intera pianta. Nelle piante inferiori è una regola comune che piccoli pezzi riproducono l'intero individuo. Un piccolo pezzo di muschio, da qualunque parte venga preso, produce una pianta completa, capace di sviluppare organi riproduttori. Questo fatto è specialmente importante, perchè i muschi hanno due generazioni distinte, e il piccolo pezzo deve quindi contenere plasma germinativo rappresentante le due generazioni. Lo stesso avviene fra le piante a fiori. Un pezzo di foglia di begonia può far radici e produrre una pianta completa capace di fare fiori, e perciò contiene plasma

germinativo. Ora normalmente la foglia di begonia non produce fiori, benchè questo esperimento mostri che essa contiene certamente la sostanza ereditaria. I botanici poi hanno trovato che questa proprietà è largamente distribuita, e che in quasi tutte le piante piccole parti del corpo, gemme, bottoni, rami o foglie, possono in condizioni adatte svilupparsi in individui completi. Questi individui non solo divengono simili per forma agl'individui originari, ma sviluppano anche organi sessuali con funzioni complete, e quindi tutti devono contenere plasma germinativo. Qui abbiamo dunque un'evidenza dimostrativa che la sostanza germinativa non è solo racchiusa negli organi riproduttori. La foglia, la gemma, il ramo o la radice che è capace di produrre la nuova pianta deve anche contenerla, e poichè questo potere di sviluppare il nuovo individuo si trova in tutte le parti della pianta, ne segue che il plasma germinativo, qualunque esso sia, è distribuito nella pianta in tutte le parti del corpo. Invece di essere confinato agli organi riproduttori, e venire per questi trasmesso di generazione in generazione, esso si trova in tutto il corpo.

Gli zoologi non hanno tante prove della larga distribuzione del plasma germinativo, almeno negli animali più elevati, e forse è questa una ragione per cui spesso botanici e zoologi non sono d'accordo sulla questione dell'eredità. Ma negli animali inferiori si osservano fatti analoghi a quelli descritti sulle piante. Un piccolo frammento di *Hydra* può svilupparsi in un individuo completo, sessualmente maturo, e pare che non vi sia differenza secondo la parte del corpo ove il frammento viene preso. La stessa cosa si osserva in molti vermi e in altri animali inferiori. Negli animali più elevati questo potere di riproduzione delle parti perdute diviene sempre minore finchè scompare.

Nell'idra un piccolo pezzo può riprodurre l'animale intero. Nelle lucertole il corpo può riprodurre le zampe o la coda perduta, benchè le zampe e la coda non possano più riprodurre il corpo. In tal caso è necessario supporre che le cellule del corpo onde proviene la nuova zampa contengono della sostanza germinativa in condizione parzialmente differenziata, ma ancora in grado di regolare lo sviluppo della nuova zampa coi suoi organi completi. Non è forse adatto dire che le cellule contengono plasma germinativo, poichè non riproducono l'intero organismo, ma la differenza fra questo caso e quello dell'idra, dove poche cellule possono sviluppare l'animale completo, è solo di grado e non di qualità. Negli animali più elevati questo potere di riprodurre parti perdute sembra praticamente scomparso. Nei mammiferi pare che solo particelle degli organi riproduttori, cioè le uova, abbiano conservato la proprietà di sviluppare l'animale completo. Per questi pare vi sia maggiore ragione per credere che il concetto originale di Weismann sia esatto, e che il plasma germinativo sia conservato nelle ghiandole sessuali.

Negli infimi animali, quindi, e in tutte le piante è dimostrato che il plasma germinativo è distribuito in tutto il corpo. Ma tale conclusione non implica che il plasma ed il corpo siano indipendenti l'uno dall'altro e agiscano ciascuno nella propria sfera. La questione se il plasma sia tutto raccolto nell'ovaia o se sia distribuito per tutto il corpo, non cambia l'idea che esso sia distinto in funzione e che sia continuo di generazione in generazione. Anche se lo ritroviamo più o meno sparso pel corpo, l'idea della sua continuità di generazione in generazione rimane inconcussa, e, nonostante queste modificazioni, l'idea che la base della eredità deve trovarsi nella continuità del plasma

germinativo è andata sempre più largamente estendendosi.

Ma ciò nonostante è evidente che questi fatti nuovi aprono la via ad una molto maggiore possibilità di modificazioni del plasma germinativo per opera delle condizioni esterne. L'ovaia è di solito posta in una posizione ben protetta del corpo dove essa può sentire ben poco l'influenza del mondo esterno. Se il plasma germinativo fosse depositato solo nell'ovaio, si esiterebbe a credere che possa essere influenzato dall'ambiente, ma poichè invece esso è distribuito pel corpo, in tutte le parti e forse in ogni cellula, è facile comprendere come possa essere modificato dai cambiamenti dell'ambiente che influiscono sul corpo. Ciò spiegherebbe facilmente la produzione di variazioni nelle gemme e la loro perpetuazione per eredità. Tali gemme devono naturalmente contenere plasma germinativo, e tale sostanza essendo alla estremità della gemma, dev'essere esposta all'azione diretta dell'ambiente. Esso sarebbe colà quasi sicuramente influenzato dai cambiamenti dell'ambiente, e le sue variazioni verrebbero trasmesse ai discendenti.

Così troviamo delle ragioni per dubitare della assoluta continuità del plasma germinativo da uovo a uovo. Esso non è certamente continuo nel senso di esser trasmesso solo negli organi riproduttori, mentre il corpo si sviluppa in una sfera sua propria. Non è continuo nel senso che un animale trasmetta alla sua prole esattamente lo stesso genere di plasma germinativo che ha ricevuto dai genitori. Al contrario, durante tutta la vita dell'individuo questo plasma germinativo è soggetto a nuove variazioni prodotte dalle influenze che agiscono sopra di esso direttamente. Tali variazioni aggiungono o tolgono qualche cosa ai caratteri del plasma germinativo, così che al tempo in

cui l'individuo è in condizione di trasmetterlo ai suoi discendenti colla riproduzione, il plasma germinativo è in qualche grado differente da quello che egli ha ricevuto alla nascita. In questo modo viene in una certa misura contraddetto il concetto della stretta continuità.

Eredità dei caratteri acquisiti.

Dopo questa discussione alquanto speculativa, ma necessaria, arriviamo finalmente alla questione diretta della eredità dei caratteri acquisiti. Senza dubbio questa è una delle più importanti questioni del problema evoluzionista, poichè da essa dipende la questione se la vita dell'individuo abbia qualche influenza sul processo evolutivo. Ammettere che il plasma germinativo non sia assolutamente continuo non vuol dire l'ereditarietà dei caratteri acquisiti. La difficoltà sta anzi qui: è facile credere che dei cambiamenti nel corpo possano produrre variazioni nel plasma germinativo, ma è estremamente difficile credere che esse aggiungano al plasma qualche cosa che induca nei discendenti caratteri congeniti simili ai caratteri acquisiti della generazione precedente. Come, per esempio, potrebbe l'aumento dei muscoli del braccio del fabbro influire su quella particolare parte del plasma germinativo depositato nei suoi organi riproduttori che è destinata a regolare la crescita dei muscoli del braccio della generazione seguente, e influirvi in modo che il figlio abbia muscoli più grossi che quelli che il padre aveva alla nascita? Come potrebbe la riduzione di un occhio per non-uso influire sul plasma germinativo in tal modo che solo quella minuta parte di esso che

regola lo sviluppo dell'occhio ne venga affetta, e in modo da ridurre nella generazione seguente l'occhio? Non sappiamo trovare alcuna risposta a queste domande.

Ma dopo tutto la questione dev'essere di evidenza, non di facilità a comprendere. L'intero fenomeno della eredità è assolutamente un mistero, e non dobbiamo essere sorpresi della difficoltà di comprenderne una parte. Vediamo quindi quale è l'evidenza in questa questione.

A primo aspetto sembra che una teoria la quale neghi la eredità dei caratteri acquisiti non possa essere vera. Tale fu il sentimento degli scienziati appena il problema fu posto sotto la loro attenzione da Weismann. Darwin aveva studiato accuratamente la questione, ed era giunto alla conclusione che non si può negare l'eredità dei caratteri acquisiti. Noi sappiamo dai suoi scritti, e più ancora dalle conversazioni con lui pubblicate, che la questione della non-ereditarietà di questi caratteri fu da lui studiata, e che egli era giunto alla conclusione che si deve ammettere l'eredità occasionale dei caratteri acquisiti. Alla maggior parte degli scienziati precedenti a Weismann non occorre veramente il pensiero, o non lo considerarono seriamente, che i caratteri acquisiti non possano essere ereditati, e non abbiano quindi alcuna parte nell'evoluzione. I caratteri acquisiti erano la base del lamarckismo, e molti fatti furono registrati che sembravano dimostrare tale eredità. Ma nonostante tale credenza generale, l'argomento richiedeva uno studio interamente nuovo secondo le conclusioni di Weismann.

Tutti quelli che si sono occupati della questione ammetteranno che i casi apparenti di eredità di caratteri acquisiti risultarono molto illusori dopo uno studio

accurato. Appena vengono analizzati si vede che non sono probativi. Alla mente del lettore si offriranno molti casi di eredità di attitudini mentali nell'uomo. Tutti questi casi, tuttavia, devono essere eliminati, perchè l'educazione e l'ambiente hanno un effetto così straordinario sull'individuo, da non permettere alcun affidamento sulle conclusioni tratte dall'eredità dei caratteri mentali. Non si può ottenere praticamente alcuna prova valida dagli attributi mentali dell'uomo. La maggior parte degli esempi di supposta eredità di caratteri acquisiti nell'uomo si dileguano presto quando vengono studiati con cura.

Quando ci facciamo a domandare a noi stessi qual genere di evidenza si deve attendere per la supposizione che i caratteri acquisiti *vengano* ereditati, troviamo molta difficoltà a rispondere. Vi sarebbe una serie di dati che risolverebbero la questione, se si verificassero. Non vi può essere dubbio che una mutilazione accidentale sia un carattere acquisito. Se una mutilazione venisse ereditata sarebbe un caso tipico di eredità di un carattere acquisito. Ma si sa che le mutilazioni non vengono ereditate. Se un uomo perde una gamba, non avrà per questo figli con una gamba sola, ed è così noto a tutti che tali mutilazioni individuali non si trasmettono, che non è il caso di trattenerci di più. Ma si potrebbe pensare che se la stessa mutilazione venisse praticata per molte generazioni, essa influirebbe col tempo sulla razza. Ma qui abbiamo abbondantissime prove del contrario. La circoncisione fu praticata per migliaia di anni fra i Giudei, e non ha avuto alcun effetto ereditario. In Cina l'uso di rimpicciolire i piedi delle bambine fu seguito per centinaia di generazioni, ma la Cinese d'oggi nasce coi piedi ugualmente ben conformati come quelli di tutto il resto della razza umana ove quella mutilazione non

si pratica. Quindi le mutilazioni, anche se continuate a lungo, non influiscono sulla eredità.

Vi sono tuttavia alcuni pochi casi noti che sembrano trasmissioni di mutilazioni, e due di questi ci serviranno a mostrare che si tratta di evidenza illusoria. L'attenzione di Weismann fu attirata sul fatto di una fanciulla che aveva ereditata una cicatrice all'orecchio. Il padre della fanciulla aveva ricevuta una ferita all'orecchio mentre era all'università, e la fanciulla di cinque anni aveva pure una simile cicatrice. Pareva veramente un caso di carattere acquisito ereditato, finchè studiando accuratamente le persone si vide che il padre aveva un segno simile sulle due orecchie, mostrando che anch'egli lo aveva ereditato come carattere congenito. Egli poi aveva evidentemente trasmesso alla figlia il carattere congenito che aveva egli stesso ereditato, e l'accidente della ferita servì solo a richiamare l'attenzione su di esso.

Un altro caso che fu spesso citato è quello di una vacca che perdette un corno per suppurazione, e che ebbe in seguito prole che mostrava un'eredità apparente di questa mutilazione. Ma Weismann fece osservare che la perdita di un corno in tal modo è una cosa molto straordinaria, che indicava molto probabilmente che la vacca aveva qualche particolarità congenita che rendeva le sue corna specialmente soggette a malattie. In altre parole, essa forse perdette il corno non pel male che lo attaccò, ma il male le attaccò il corno perchè essa aveva ereditato qualche debolezza congenita. Essa avrebbe poi trasmesso alla prole questa debolezza congenita, e così il vitello avrebbe ereditato non la mutilazione della madre, ma piuttosto la debolezza congenita che la madre aveva già ereditato. Benchè non vi sia prova che questa spiegazione di Weismann sia esatta, poichè il fatto avvenne prima

che vi fosse probabilità di studiarlo con idee moderne, è tuttavia evidente che la spiegazione è plausibile; essa viene infatti generalmente ammessa, e quelli che credono all'eredità dei caratteri acquisiti non possono servirsi di questo caso speciale per le loro argomentazioni. Praticamente si può dire la stessa cosa di tutti gli altri casi di mutilazioni. Non vi è soddisfacente evidenza che esse siano ereditate, e ciò è ammesso da tutti.

Dopo aver eliminato le mutilazioni, il problema di trovare caratteri acquisiti che vengano ereditati diviene molto più difficile e quasi impossibile a risolvere. La difficoltà si affaccia quando si deve dire che cosa è un carattere acquisito. Gli effetti dell'uso e del non uso sono certamente esempi di tali caratteri, e vi sono numerosi casi che sembrano spiegati colla massima facilità coll'eredità di tali caratteri, come lo sviluppo del dito medio del piede del cavallo o la perdita degli occhi negli animali cavernicoli. Ma se un organo viene usato, esso ha evidentemente valore, e quando noi ammettiamo che esso ha un valore, rendiamo possibile al weismannista di dire che esso fu sviluppato pel principio della selezione naturale, poichè tutti gli organi utili cadono nell'ambito di questa forza.

Noi abbiamo già accennato come venga applicata la selezione naturale allo sviluppo di certi caratteri, come l'adattamento alla funzione di arrampicarsi delle mani delle scimmie, ecc. Poichè, quindi, lo sviluppo di un organo che viene usato si presta ad entrambe le spiegazioni, non può più essere considerato come prova della eredità degli effetti dell'uso, specialmente quando ricordiamo che gli organi utili si sviluppano ugualmente nelle piante, ove non si può applicare il principio dell'aumento per uso. L'altro lato del pro-

blema, cioè la perdita dell'organo per disuso non offre migliore speranza, poichè vien messo subito innanzi il principio della panmixia per spiegare la decadenza degli organi che non hanno valore selettivo, e qui pure dobbiamo ricordare che lo stesso fatto avviene nelle piante, ove non si può invocare il principio del non-uso.

Si potrebbe supporre di poter trovare alcuni casi tipici quanto all'effetto diretto dell'ambiente, come clima o alimento. Se tutti gli alberi del Nord-America hanno una tendenza a mostrare variazioni in linee definite, nonostante la loro poca parentela reciproca, non è chiaro che il clima o il suolo dell'America producono in tutti i casi una variazione definita in una certa direzione? Nulla certo è più chiaro di questa conclusione, ma non così chiara è l'altra che gli effetti siano ereditari. Se quegli alberi vengono posti in un clima differente essi cambiano rapidamente il loro carattere, e non è quindi sicuro che quei caratteri siano caratteri ereditari di razza. Essi possono essere semplicemente caratteri acquisiti, acquistati indipendentemente da ciascun individuo quale risultato delle condizioni agenti su di esso e indipendenti dalla eredità. Se i semi di queste piante fossero portati in climi molto differenti, e si osservasse che questi caratteri climatici fossero conservati nel nuovo territorio, potremmo asserire che quelli erano caratteri fissati nella razza per eredità. Ma tale prova manca. Quando i semi vengono portati in paesi differenti e si sviluppano in nuove condizioni, si allontanano rapidamente dai tipi americani ed offrono nuove variazioni. Non si può ancora dire quali caratteri siano ereditari e quali acquisiti, e quindi questo esempio non può convincere.

La difficoltà di determinare che cosa sia un carattere acquisito è quasi insormontabile. Essa è resa an-

cora più difficile dal fatto che la scuola weismannista ammette ora che il plasma germinativo possa variare indipendentemente dall'unione sessuale. Quindi se un carattere assolutamente *nuovo* si sviluppa in un individuo, non si può in alcun modo provare che esso sia un carattere acquisito. È sempre possibile supporre che sia insorto come carattere congenito, dovuto a qualche variazione nel plasma germinativo, anche se fosse qualche cosa di assolutamente nuovo nella razza e apparentemente dovuto all'ambiente, e quindi acquisito.

Per queste ragioni la discussione sulla eredità dei caratteri acquisiti non è ancora giunta ad alcuna conclusione positiva. I sostenitori delle due parti insistono che l'*onus probandi* spetta agli avversari, procedimento che non fa certo progredire la questione. Gli avversari di Weismann citano molti casi che essi pensano significare l'eredità di caratteri acquisiti. Essi mettono innanzi la credenza quasi universale dell'umanità, la credenza uniforme degli allevatori, e quella ancora più costante degli orticoltori. Essi segnalano i molti esempi in cui lo sviluppo avviene secondo linee di uso e di non-uso; mostrano come le specie siano modificate dal clima, e come gli animali e le piante in nuovi climi acquistino indipendentemente nuovi caratteri. Ma tutto ciò non riesce a raggiungere il centro della questione. Ad essi si risponde che una credenza generale non conta per nulla nella questione; che alcuni dei caratteri ereditati non sono acquisiti; che molti dei caratteri in discussione non sono affatto ereditati, ma vennero sviluppati indipendentemente dai singoli individui, e che quei caratteri che sono realmente ereditari possono ugualmente suporsi prodotti in origine dall'unione sessuale e conservati in seguito dalla selezione naturale.

La discussione proseguì accanita per quindici o

vent'anni senza giungere ad alcun risultato soddisfacente. Nessuna delle due parti ha provato il suo asserto, e ciascuna confida oggi nella giustezza delle sue idee. Certamente l'eredità dei caratteri acquisiti non venne provata, ma non ne è neppure assolutamente esclusa la possibilità. Non bisogna però concludere da ciò che in questi quindici anni l'attitudine degli scienziati verso il problema non si sia modificata, poichè tanto Weismann che i suoi oppositori tengono ora posizioni differenti da quelle sostenute al principio della discussione. Quelli che credono alla eredità dei caratteri acquisiti ammettono oggi francamente che questa eredità non è comune, che non riguarda le mutilazioni e gli effetti accidentali, e che v'è probabilità di trasmissione ereditaria solo quando l'effetto è considerevole e continuato per lungo tempo. Essi ammettono, in breve, che l'azione dei caratteri acquisiti non ebbe quella parte importante nella discendenza che essi dapprima erano disposti ad ammettere. Dall'altra parte i weismannisti ammettono, come abbiamo detto, la variabilità indipendente del plasma germinativo e la possibilità di modificazioni per l'azione dell'ambiente, il che fa delle condizioni esterne e quindi delle variazioni acquisite, fino ad un certo punto, dei fattori diretti nell'evoluzione. Ma mentre ciascuna parte ammette che le proprie idee sono alquanto mutate, entrambe rimangono ancora ugualmente irreconciliabili sulla questione fondamentale dei caratteri acquisiti, l'una negandone la possibilità di eredità, l'altra sostenendo che l'eredità si verifica ed è quindi una forza nell'evoluzione.

Vi è qualche ragione per credere che la causa di questa differenza d'opinione stia nel fatto che i vari studiosi hanno studiato classi differenti d'organismi. I botanici sembrano essere più deliberatamente con-

vinti della possibilità dell'eredità dei caratteri acquisiti che non gli zoologi. Certo molti fra i primi botanici sentono la necessità di ammettere la possibilità di tale eredità. Gli orticoltori sostengono di poter produrre variazioni nelle piante col mutarne le condizioni di coltivazione, cioè variazioni acquisite, e di poter quindi selezionare gl'individui che offrono tali variazioni e riprodurli per semi, presentando quindi questi variazioni congenite. Essi riescono a render nane le piante con nutrizione povera, e osservano che i caratteri di nanismo rimangono costanti per parecchio tempo nelle generazioni successive, nonostante che le generazioni successive vengano ben nutrite, mostrando così che l'influenza delle condizioni viene trasmessa per eredità. Essi sostengono che molte delle nostre varietà coltivate, che oggi si riproducono liberamente, furono in origine prodotte per selezione di varietà acquisite, e sono quindi esempio di eredità di caratteri prodotti in origine da forze più estrinseche che intrinseche. Gli zoologi trovano invece molto minore evidenza di tale eredità. Senza insistere su questo punto, ciò può essere dovuto al fatto che i due regni sono costituiti differentemente quanto al plasma germinativo, conclusione completamente in accordo col fatto già accennato che il plasma germinativo è largamente distribuito nei tessuti delle piante.

Il weismannismo quale è oggi.

È evidente che tanto la teoria di Weismann che quelle dei lamarckisti sono oggi molto modificate, e sarà bene osservarne la precisa condizione attuale. La teoria dell'eredità di Weismann cambiò grandemente

coll'ammissione della variabilità indipendente del plasma germinativo e della sua dipendenza dall'ambiente; poichè in conseguenza non è più necessario di considerare l'unione sessuale come la sola sorgente del processo evolutivo. Ma anche con queste modificazioni il carattere fondamentale della teoria viene conservato. Si riconosce ancora che il plasma germinativo è la sola base della eredità. Si crede ancora che questo plasma germinativo venga portato di padre in figlio specialmente negli organi riproduttori, almeno negli animali, e sia conservato nell'individuo per la generazione seguente, con modificazioni relativamente piccole. Appare ancora che la nuova generazione deve essere simile alla precedente, poichè si è sviluppata quale risultato dello svolgersi dei poteri di una parte dello stesso plasma germinativo. Ne segue ancora che l'individuo eredita la massima parte dei suoi caratteri non direttamente dai genitori, ma da questo plasma germinativo continuo che vien trasportato di età in età. La continuità del plasma germinativo rimane ancora la base dell'eredità. Il fatto che siamo stati obbligati a credere che la sostanza germinale non è assolutamente stabile, non impedisce che esso possa essere considerato come assolutamente continuo e come la base dell'eredità, mentre la possibilità di qualche rapporto fra il plasma germinativo ed il corpo, toglie, piuttosto che creare, delle difficoltà. Il valore della teoria sta nella presentazione di un metodo così semplice per comprendere il processo ereditario, e la ragione della buona accoglienza fattale sta nella sua semplicità e nella conferma che essa ricevette dagli studi microscopici. Ammettendo qualche instabilità nel plasma germinativo e la possibilità di rapporti fra esso ed il corpo, si può mettere in dubbio se la teoria sia realmente nuova, poichè un concetto quasi identico era

stato esposto prima da Galton e chiamato la teoria della " stirpe ". Ma la questione di priorità non ci riguarda. Il concetto del processo di eredità che rimane oggi è quello della continuità di un plasma germinativo abbastanza costante ma alquanto variabile, che viene trasmesso di generazione in generazione e che è capace di modificazioni prodotte in esso o per unione sessuale o per l'azione diretta dell'ambiente. L'evoluzione degli organismi fu prodotta dalla selezione delle variazioni favorevoli avvenute in questo plasma germinativo.

Questo è essenzialmente il principio attuale dei naturalisti conservatori. Certo si possono trovare numerose differenze di opinioni in molti particolari, ma praticamente tutti gli scienziati riconoscono che Weismann, Galton e Brooks trovarono una verità fondamentale quando indicarono come base dell'eredità una sostanza germinale continua, e tutti riconoscono che questo concetto ha meravigliosamente chiarite le nostre idee sui metodi di riproduzione della natura. Tutti ammetteranno che questa sostanza è trasportata di generazione in generazione. La maggior parte la considerano come relativamente stabile nella sua natura, ma esposta a diverse influenze che possono cambiarne la natura e quindi produrre variazioni congenite. La prima di queste influenze è l'unione sessuale; ma in più vi sono altre influenze, e alcuni considerano queste influenze secondarie come più importanti dell'unione sessuale. Si considera come dubbio che i caratteri acquisiti possano essere ereditati, almeno quanto agli animali superiori.

Il Lamarekismo quale è oggi.

Quale è il concetto della scienza attuale intorno a quei fattori lamareckiani che sono stati così recisamente rifiutati da Weismann? Finchè la possibilità dell'eredità dei caratteri acquisiti non viene risolta, non si potrà mai essere d'accordo sulla azione di questi fattori. Quelli che inclinano a credere che i caratteri acquisiti vengono, in certe condizioni, ereditati, trovano nei fattori lamareckiani un aiuto, importante, mentre gli stessi fattori vengono assolutamente negati da quelli che non ammettono l'eredità dei caratteri acquisiti. Non v'è compromesso possibile fra queste due scuole che si escludono a vicenda. Non è possibile decidere fra esse finchè non sia risolta la quistione fondamentale della eredità.

Intanto è evidente che oggi si insiste meno sui fattori lamareckiani che pochi anni sono. Gli aderenti alla scuola Neo-Lamarekista naturalmente insistono ancora sull'importanza dei caratteri acquisiti. Ma la loro incertezza, la mancanza di buone prove di eredità di caratteri acquisiti, la mancanza di prove che l'uso e il non-uso influiscano sui discendenti, hanno indotto i naturalisti, anche quelli che accettano i fattori lamareckiani, a considerarne l'importanza come assai minore di quella ammessa alcuni anni sono.

Questa mancanza di fiducia si accresce per la convinzione che, anche ammettendo l'eredità dei caratteri acquisiti, essa scioglierebbe solo una parte delle difficoltà che l'evoluzionista incontra. Vi è in primo luogo la difficoltà di comprendere come un carattere adattativo sorga anche come carattere acquisito. Perchè la pelle

si abbronzano quando è esposta al sole? Perchè gli organi crescono in efficacia coll'uso? Perchè i muscoli s'ingrossano quando vengono esercitati? Queste sono questioni che riguardano il biologo che pensa di trovare nei fattori lamarckiani la spiegazione della evoluzione. Ma tuttavia si possono trascurare, perchè fanno parte della questione generale della costituzione della materia vivente che non è ancora compresa. Ma, inoltre, l'influenza dell'uso che aumenta le dimensioni di un organo, anche se fosse ammessa, aiuterebbe poco a risolvere molti problemi difficili. Le piante non usano i loro organi, nè possiamo credere che li perdano per disuso; ma in esse, come negli animali, la riduzione degli organi inutili è la regola. Se l'eredità dell'uso non conta per nulla nelle piante, è naturalmente dubbio che essa possa essere un fattore reale per gli animali. Inoltre l'eredità dell'uso non ci aiuta a spiegare l'origine degli organi. Un organo non può essere usato finchè non è apparso. L'allenamento non può produrre nuovi muscoli, benchè possa aumentare la forza di quelli già esistenti. Qui perciò le stesse difficoltà sorgono tanto pel Lamarckista che pel Weismannista. In altre parole, anche ammettendo il fattore lamarckiano dell'eredità dell'uso, vi è evidentemente qualche cosa di più che si richiede per spiegare l'origine delle specie e che non si trova nè nel Lamarckismo nè nella selezione naturale.

Per gli altri fattori lamarckiani la questione è alquanto differente. Questi altri fattori sono specialmente l'effetto diretto del clima e dell'alimento sull'individuo e per esso sulla razza. Benchè si chiamino fattori lamarckiani perchè implicano l'azione diretta degli agenti esterni nella produzione delle variazioni e quindi nell'evoluzione, essi furono appena riconosciuti nella teoria originaria di Lamarck, che dava invece tanta impor-

tanza all'uso e al non-uso. Quanto all'influenza dell'alimento e del clima vi è non piccola evidenza che essa possa agire sulla razza. Si sa certamente che un cambiamento nel cibo ha prodotto modificazioni nell'individuo, che vengono seguite da simili modificazioni nelle generazioni successive. Inoltre, come abbiamo veduto, non vi è difficoltà logica ad ammettere che il clima e l'alimento possano influire sul plasma germinativo in modo da produrre in esso variazioni che appariranno naturalmente nelle generazioni seguenti per eredità. Weismann stesso riconosce che i cambiamenti climatici possono modificare il plasma germinativo in modo da produrre variazioni congenite simili ai caratteri prodottisi nell'individuo come variazioni acquisite. Allen ha mostrato che la lunghezza del becco degli uccelli varia col clima, fatto talmente universale che deve essere attribuito all'effetto diretto del clima. Ora se tali condizioni esterne influiscono sul plasma germinativo, e se continuano per molte generazioni, è evidente che possono continuare ad avere sempre maggiore influenza sul plasma germinativo, e ciò significa che le generazioni successive avranno una tendenza ad offrire variazioni lungo linee simili. Ciò produrrebbe la variazione determinata. Tale effetto non sarebbe dato dall'azione dell'ambiente che produsse una variazione acquisita nell'individuo, che venne poi ereditata, ma piuttosto dall'effetto diretto dell'ambiente sul plasma germinativo, con produzione in questo di variazioni che indussero variazioni congenite in tutte le generazioni seguenti. Mentre quindi i naturalisti danno minore importanza al fattore dell'eredità degli effetti dell'uso, essi non sono così pronti ad abbandonare l'altro della azione diretta dell'ambiente nella produzione delle variazioni congenite. Ma ammettendo così l'ambiente come ampio fattore nella produzione di va-

razioni ereditabili, ritorniamo quasi esattamente al punto di Darwin, che considerava la variazione come universale e dovuta senza dubbio a molte condizioni che non conosciamo, ma in primo luogo all'azione mutevole dell'ambiente.

Fenomeni mentali.

Non vi è alcuna fase del problema evolutivo che più strettamente si colleghi alla teoria dell'eredità di Weismann, di quella relativa ai problemi mentali. La soluzione dell'evoluzione è infatti incompleta se non spiega tanto i fenomeni mentali che quelli fisici. Le caratteristiche mentali, specialmente gli istinti, sono caratteri specifici come le ossa ed i muscoli, e devono quindi come questi essere comprese nel metodo dell'evoluzione. Ma questi problemi furono sempre specialmente imbarazzanti. Notiamo in primo luogo che negli animali vi sono state due linee di sviluppo della natura mentale, assolutamente differenti: l'istinto l'una, l'intelligenza l'altra. L'istinto e la ragione sono affatto distinti, benchè associati inestricabilmente negli animali superiori. Insieme con tutti gli istinti troviamo un piccolo grano di intelligenza, e in tutti gli animali guidati dall'intelligenza, compreso l'uomo, si può scoprire non poco istinto. Ma nella loro natura l'istinto e la ragione sono tanto differenti fra loro, che non si possono supporre derivati l'una dall'altro. L'alto sviluppo degli istinti è incompatibile coll'alto sviluppo della intelligenza, e viceversa.

Ciascuna di queste due fasi di fenomeni nervosi fu adottata da gruppi differenti di animali. Mentre i vertebrati più elevati, e specialmente l'uomo, hanno svi-

luppato l'intelligenza, gli istinti raggiunsero la massima altezza negli insetti. Il carattere essenziale degli istinti è di essere innati e non acquisiti dall'individuo. Essi devono quindi essere rappresentati da qualche struttura nel sistema nervoso. Essi sono solo debolmente soggetti a miglioramento per opera dell'intelligenza, e sono essenzialmente uguali in tutti gli individui. Essi sono quindi per l'evoluzionista dei caratteri che, come l'occhio, devono essere spiegati da una teoria dell'evoluzione. L'origine dell'intelligenza è anche argomento di assai difficile soluzione, forse più che l'origine degli istinti. Ma è anche argomento troppo vasto per essere considerato in questo libro.

Istinti.

Vi sono alcune fasi del problema della origine degli istinti così strettamente collegate coi punti che abbiamo testè considerato, che devono essere menzionate qui. Per studiare l'origine degli istinti dobbiamo considerarli come faremmo per qualunque altra struttura complicata, ed aspettarci di trovare una spiegazione alquanto simile. Ma qui pare esservi una difficoltà assai seria nel fatto che gli istinti sono in molti casi assai complicati, e richiedono l'azione armonica di un grande numero di parti. È quindi impossibile supporre che essi siano insorti come semplici variazioni subitanee. Ammettere che quell'istinto complicato che è la costruzione del nido sia sorto come semplice variazione è una petizione di principio, perchè suppone che vi siano alcune forze incognite capaci di produrre strutture complicate ed adattate, il che è precisamente ciò

che l'evoluzione tenta di spiegare. Nella spiegazione dell'origine dell'occhio, come vedemmo, spiegammo l'adattamento dell'organo completo col supporre un aumento graduale da una condizione più semplice e una lenta modificazione dell'organo semplice in uno più complesso, ogni stadio però rappresentando un organo completo provvisto di attività funzionali. Ora questi istinti complicati hanno uguale complessità ed uguale adattamento. Prendiamo, ad esempio, l'armonica azione degli istinti che regola un alveare, o l'istinto che spinge certe vespe a pungere altri insetti per paralizzarli e ucciderli come cibo per la loro prole, anche se la vespa non vedrà mai i suoi figli. Ma d'altra parte per molti di questi istinti è impossibile concepire in qual modo si sarebbero sviluppati per numerosi stadi intermediari. E qui sta la vera difficoltà. Ammettere che il plasma germinativo si sia d'un subito modificato in modo che la generazione seguente dovesse sviluppare istinti così complicati come quello di pungere gli insetti per prepararli come cibo per i figli non nati, è obbligarci ad ammettere che il plasma germinativo è intelligente, il che sarebbe un assurdo. Questo sarebbe abbandonare ogni tentativo di spiegazione. Non rimane altro che pensare che essi sian stati edificati grado grado, ed ogni grado avesse abbastanza valore per essere conservato dalla selezione naturale. Questo è naturalmente il concetto adottato dai naturalisti e che essi cercano ora di corroborare con nuovi studi sugli istinti.

Che il problema non sembri ai naturalisti insormontabile appare evidente dal fatto che gli studiosi specialisti degli istinti ne credono l'origine capace di spiegazione. In primo luogo bisogna notare che gli istinti altamente sviluppati si osservano specialmente fra gli insetti. Gli istinti si trovano naturalmente anche negli

altri animali, ma in nessun gruppo così altamente evoluti come negli insetti, poichè la maggior parte dei casi imbarazzanti sono in questa classe. Ora è suggestivo vedere che gli insetti sono gli animali più abbondanti. Si dice che i cinque sesti delle specie di animali siano insetti. Inoltre la loro fecondità è prodigiosa. Non è possibile naturalmente un grande sviluppo degli istinti che in animali dotati di sistema nervoso bene sviluppato, e nessun gruppo di animali con sistema nervoso bene sviluppato ha una fecondità uguale a quella degli insetti. Questa fecondità espone gli insetti ad una lotta per l'esistenza eccessivamente severa. Poichè una mosca può produrre parecchie migliaia di discendenti in poche settimane, è evidente che la maggior parte di questi deve morire senza raggiungere la maturità.

Non è senza significato il trovare gli istinti sviluppati più altamente negli animali che si riproducono più rapidamente, mentre l'intelligenza è sviluppata negli animali più lenti a riprodursi. Con una media alta di moltiplicazione il principio della selezione agisce molto rigidamente. In altre parole non vi è gruppo negli animali più elevati, in cui la legge della selezione naturale agisca con tale costanza come fra gli insetti, dove gli istinti sono meglio sviluppati. Se ciò significa qualche cosa, sembra indicare la selezione naturale come il fattore primario nello sviluppo degli istinti. Se l'intelligenza fosse stato un fattore importante nell'origine degli istinti, dovremmo trovarli più sviluppati fra gli animali più intelligenti. Ma trovandoli invece meglio sviluppati dove la scelta naturale è più severa abbiamo una base *a priori* per considerare la scelta naturale come un fattore importantissimo per la loro spiegazione.

Per spiegare l'origine degli istinti furono riconosciuti

tre grandi principi. Essi sono: la *scelta naturale*, l'*intelligenza labente* e la *selezione organica*. I primi due furono suggeriti da Darwin, l'ultimo dagli evoluzionisti moderni. Accennando prima al principio della scelta naturale, osserviamo che la sua azione nella origine degli istinti è così simile alla sua azione negli altri campi che non è necessario dilungarsi su questo. Si suppone che, insieme con tutte le altre variazioni che accadono negli animali costantemente, ve ne sono anche alcune nella struttura del sistema nervoso. Queste variazioni nel sistema nervoso portano ad abitudini differenti da parte degli individui, o, in altre parole, ad abitudini innate o istinti. Se la nuova abitudine è utile, sarà conservata dalla selezione naturale. Se è poi dovuta a variazione nel plasma germinativo essa sarà trasmessa alle generazioni seguenti. La scelta naturale conserverà così le variazioni congenite di abitudini che sarebbero istinti. Se ora noi possiamo immaginare che gli istinti complicati si formino per l'accumularsi di numerosi piccoli gradi, ciascuno utile al suo possessore, è chiaro che la scelta naturale spiegherà l'origine degli istinti come spiega quella dell'occhio. Basta solo dimostrare che un istinto si è sviluppato per piccoli gradi, ciascuno utile, perchè venga posto sotto la legge della scelta naturale.

Ma ciò appunto, colle nostre cognizioni attuali, appare un compito estremamente difficile. La maggior parte degli istinti sono inutili se molte parti non agiscono insieme in armonia, ed è difficile concepire come si siano sviluppati per piccoli gradi. Anzi le probabilità contrarie al verificarsi di variazioni fortuite che diano agli animali un *istinto* di vivere sugli alberi, e di altre che modifichino i loro organi in modo da *adattarli* alla vita arborea sono grandi. Pare invece che vi sia qualche agente che associa insieme l'abitudine

e la struttura in modo come non potrebbe il semplice caso. Per questa ragione Darwin, e dopo di lui Romanes, chiesero in aiuto il principio della *intelligenza labente*. Questo principio è basato su due fatti: 1° che gli istinti non sono invariabili e 2° che a fianco degli istinti si può sempre trovare un poco di intelligenza. Si osserva che animali aventi istinti definiti li modificano alquanto per adattarsi a nuove condizioni. Gli uccelli cambiano il carattere dei loro nidi secondo la località ove li costruiscono. Ciò può solo esser fatto percependo la relazione dei mezzi allo scopo, cioè, coll'intelligenza. Ora se la ragione può modificare così l'istinto dell'animale, non potremmo noi avere in essa l'agente richiesto per guidare lo sviluppo degli istinti? Un animale può ereditare un istinto che lo porta a certi atti; ma la sua intelligenza gli fa modificare questo atto in piccol grado in modo che, durante la sua vita, le sue abitudini mostrano un lieve miglioramento della tendenza puramente innata. Questa applicazione migliorata dell'istinto ereditario sarà ripetuta dalla generazione seguente anche come atto intellettuale. Così, di generazione in generazione, possiamo supporre che la debole facoltà di ragionamento che un animale possiede lo metta in grado di modificare le sue abitudini ereditarie. Col tempo la modificazione diviene alla sua volta una parte della eredità, e quindi si aggiunge all'istinto originale questa nuova modificazione che apparve prima come atto di debole intelligenza. Quando ciò avviene la facoltà ragionativa non preude più parte e la nuova modificazione dell'abitudine di vita diviene parte dell'istinto. Il fattore intellettuale è venuto meno. Se possiamo quindi immaginare che la debole facoltà di ragionamento posseduta dall'animale venga usata a modificare lentamente l'istinto originario, migliorandolo leg-

germente qua e là per soddisfare a nuove condizioni, diviene possibile comprendere come alcuni degli istinti complicati siano stati costrutti a piccoli gradi. L'intelligenza concorrerebbe ad adattare l'istinto alla struttura, e l'uso adatterebbe la struttura all'istinto. Noi proveremo poca difficoltà a comprendere lo sviluppo lento di abitudini complicate che divengono sempre più complesse, colle aggiunte che a poco a poco vi fa il fattore intellettuale nelle generazioni successive. Ma ciò non vuol dire che in qualche tempo tali azioni siano state azioni intellettuali. Non significa che gli insetti abbiano prima compito per intelligenza quelle azioni complicate che ora compiono per istinto. Ciò significa semplicemente che la loro intelligenza, per quanto debole, fu sufficiente a permettere ad ogni generazione di mutare leggermente l'abitudine dell'animale, così che l'istinto ereditato può essere modificato sufficientemente da adattarlo alle nuove condizioni. L'intelligenza ha aggiunto qualche cosa col succedersi delle generazioni, ma non è mai stata tutto in nessun tempo.

Due cose ora appaiono subito: In primo luogo è chiaro che questo principio dell'intelligenza latente sarebbe di grande aiuto per la spiegazione degli istinti se potesse essere accettato come un fattore reale. Esso spiegherebbe come l'istinto e la struttura possano svilupparsi insieme e come si possano combinare azioni armoniche. Ma in secondo luogo è evidente che ciò implica l'eredità dei caratteri acquisiti. Una modificazione d'abitudine prodotta dall'intelligenza è un carattere acquisito, mentre gli istinti sono ereditari, e solo ammettendo che i caratteri acquisiti vengano ereditati, potrebbe la modificazione dell'istinto divenire parte dell'istinto stesso.

Vi sono negli animali istinti che si suppongono ori-

ginati in questo modo. Tale per esempio l'istinto del cane da pastore. Un cane di questa razza non conduce le pecore nel modo ordinario, ma cerca di farle muovere tutte unite in gruppo. Questa abitudine è certo un istinto; perchè la possiedono i cani giovani che non sono mai stati ammaestrati, fin dal primo momento che vedono un branco di pecore. Era naturale supporre che questa abitudine sia stata in origine insegnata ai cani dai pastori. È certo che il pastore ammaestra i cani a custodire le pecore nel modo più destro, e fu quindi naturale supporre che tale ammaestramento sia stata l'origine dell'istinto. Se così è, abbiamo un caso di intelligenza labente. Si potrebbero citare parecchi altri casi in cui l'intelligenza sembra essere stata un fattore.

Ma l'incertezza della ereditarietà dei caratteri acquisiti fa porre in dubbio l'intelligenza labente. Non vi può essere certamente dubbio sull'attitudine che prende in questa questione la scuola di Weismann. Negando essa l'eredità dei caratteri acquisiti deve necessariamente negare l'intelligenza labente. Gli esempi della sua supposta azione devono essere spiegati colla selezione. Nel caso del cane da pastore, per esempio, non è difficile trovare una spiegazione in questo senso. Abitudini congenite casuali si sviluppano sempre nei cani, e il pastore conserva e alleva quei cani che hanno quelle abitudini congenite meglio adatte al suo scopo. La selezione ha quindi eliminato dalla razza quei cani che non svilupparono istinti adatti. Ma questo è un fattore negativo che può spiegare la sopravvivenza ma non l'origine degli istinti. L'origine di questi deve quindi essere spiegata coll'ammettere che il pastore ha scelto per lunghe generazioni quei cani che offrivano casualmente istinti meglio adatti ai suoi desideri, e produsse quindi l'istinto coll'accumularsi di numerosi piccoli

stadi. Non abbiamo prove storiche per sapere se tale sia stato il caso.

Ma se noi abbandoniamo questo principio dell'intelligenza labente, ci troviamo subito in grande perplessità. È già abbastanza difficile il credere che alcuni di questi istinti complicati si siano sviluppati per stadi successivi anche se guidati dall'intelligenza; ma è praticamente impossibile credere che la selezione naturale possa averli sviluppati solo coll'esterminio di quegli animali che non offrivano abitudini congenite favorevoli. La difficoltà è specialmente grave per la complessità degli istinti e per la necessità che essi combinino l'azione armonica di molte parti. Per esempio vi è un carattere ereditario nella rana che la porta a bilanciarsi completamente anche dopo che le fu strappata la parte intellettuale del cervello. Questa rana, priva di volizione, si bilancierà sopra un libro, e se facciamo girare lentamente questo libro essa cambia posizione, sempre strisciando sulla estremità e tenendosi in posizione eretta. Vi è ogni ragione per ammettere che questa è una facoltà ereditaria. Ma come si sarebbe sviluppata questa facoltà? Le rane apprendono a bilanciarsi durante la vita, e se ammettiamo che queste abitudini possano essere ereditate, la spiegazione sarebbe semplice. Ma come avrebbe potuto la selezione di variazioni accidentali congenite produrre questi risultati? L'azione è molto complicata e richiede l'uso di molti muscoli che agiscano in delicata associazione cogli organi dei sensi. Tale armonico adattamento di organi di senso e muscoli non si può supporre risultante da variazioni fortuite, nè, d'altra parte, potremmo comprendere come si sia sviluppato per piccoli stadi. Se tutte le parti non agiscono in armonia non vi può essere risultato. Perchè questa complessa serie di muscoli sia stata conservata dalla selezione è necessario

che essa sia stata fin dal principio così bene coordinata da produrre risultati di valore selettivo. È appena credibile che vi possa essere stata una variazione accidentale del plasma germinativo offrente in una sola generazione un meccanismo così mirabilmente complicato e armonico. È semplicemente impossibile poi di credere che tale combinazione sia apparsa d'un tratto in molti individui, il che, come abbiamo veduto, è necessario per spiegarne la conservazione colla selezione. È ugualmente impossibile concepire come tale azione possa essere derivata dalla conservazione di stadi intermedi, ciascuno dei quali aveva valore selettivo, poichè l'azione non ha alcuna importanza finchè non è coordinata. La selezione naturale senza l'aiuto dell'intelligenza appare affatto inadeguata a risolvere la questione. Quelli che hanno studiato più attentamente la questione degli istinti apprezzano fortemente questa difficoltà, e ammettono francamente che caricare alla selezione sola il peso di spiegare gli istinti è come imporre un peso maggiore di quanto essa può portare. Ciò è ammesso anche da quelli che sentono di non poter usare della eredità dei caratteri acquisiti per aiutarsi ad uscire dalla difficoltà. Questo dilemma ha portato innanzi un terzo fattore per spiegare gli istinti, il quale usa ancora l'intelligenza come una forza, ma senza la necessità di ammettere l'eredità dei caratteri acquisiti. Questo fattore è la teoria della "selezione organica". Di questa tratteremo particolarmente nel prossimo capitolo.

Riassunto.

La teoria di Weismann separa nettamente i così detti fattori lamarekiani da quelli darwiniani. I fattori la-

marckiani sono quelle forze che producono direttamente modificazioni nell'individuo che sono poi trasmesse dall'eredità, mentre i fattori darwiniani sono quelli della selezione, specialmente la selezione naturale, che conservano le variazioni che si manifestano nella sostanza germinale, ed influiscono quindi sull'individuo solo mediante caratteri innati. Pel Lamarckista i fattori primari della evoluzione sono i fenomeni esterni, quali il calore, la luce, il freddo, il clima, l'uso, il parassitismo, ecc., che influiscono direttamente sulla razza, mentre la selezione è secondaria. Pel Weismannista il fattore primario è la selezione nelle sue varie forme, che opera sulle variazioni prodotte da cause interne. L'uno dei metodi di evoluzione è basato sulla modificazione per opera delle condizioni, l'altro sulla riproduzione. La scuola Weismannista non può per la sua stessa teoria ricevere aiuto dai fattori lamarckiani ed è forzata a spiegare la evoluzione interamente colla selezione delle variazioni prodottesi nel plasma germinativo. Questa scuola si trova quindi contro tutte le obiezioni che furono sollevate contro la selezione naturale quale causa sufficiente dell'evoluzione. Il principale di questi ostacoli sta nella questione della utilità dubbia di molti caratteri specifici, nella tendenza evidente all'eliminazione dovuta all'incrociamiento, nella difficoltà di spiegare i principi degli organi e la esistenza apparente della variazione determinata. Nessuno di questi ostacoli è sormontato soddisfacentemente dalla scuola che fonda tutto il processo evolutivo nella scelta naturale delle variazioni del plasma germinativo che provengono dalla unione sessuale. Gli scienziati, Weismann compreso, si sentirono costretti a trovare qualche nuovo fattore nella eredità o qualche nuovo fattore nell'evoluzione. Weismann ha detto che " i Lamarckisti erano nel vero quando sostenevano che il

fattore (cioè la scelta naturale) era insufficiente per spiegare i fenomeni.

Chiedendoci quale delle due corna del dilemma dobbiamo afferrare, abbiamo prima voluto vedere se la teoria di Weismann che negava l'eredità dei caratteri acquisiti, è fondata. Vedemmo che la teoria è tanto teoria dell'eredità quanto teoria dell'evoluzione. Come teoria della eredità essa è basata sulla continuità del plasma germinativo, e poichè questo principio è così semplice e così d'accordo coi fatti esso fu accettato universalmente. Come teoria della evoluzione essa è basata sul concetto che: 1° questa sostanza germinativa è assolutamente stabile e solo capace di modificarsi per l'azione sessuale; e 2° che non vi è possibilità di scambi fra la sostanza germinativa e il corpo dell'individuo che la trasporta come un legato pel futuro. Questi due concetti forzarono Weismann a fondare tutto il processo di evoluzione sulla scelta delle variazioni congenite prodotte dall'unione sessuale. Ma lo studio della Natura lo obbligò in breve ad abbandonare il primo concetto e ad ammettere che il plasma germinativo è soggetto ad una certa variazione per l'effetto dell'ambiente sopra di esso. Ciò aperse la via alla possibilità che l'ambiente avesse un effetto diretto, come ne ha uno indiretto, sul processo dell'evoluzione. La questione, se vi potesse essere scambio fra il corpo ed il germe, non fu di facile risoluzione. Che il plasma germinativo possa esser modificato indefinitamente dalle condizioni insolite del corpo pare verosimile, ma è difficile concepire che una variazione acquisita di un organo possa avere un tale effetto sul plasma germinativo, raccolto negli organi riproduttori, da modificare proprio quella particella del plasma germinativo che regola lo sviluppo dell'organo in questione, e lo modifichi in modo da ripetere nella

generazione seguente la stessa variazione acquisita. Finora non sono state trovate prove soddisfacenti dell'eredità dei caratteri acquisiti, benchè i botanici siano sicuri che essa si verifica nelle piante.

Nel frattempo diviene manifesto che questi fattori lamarckiani, anche se fossero ammessi non avrebbero il valore che veniva loro attribuito. L'uso e il non-uso non si applicano alle piante, ove i fenomeni da spiegare hanno le stesse difficoltà di quelli degli animali. Inoltre apparve che molti dei più critici problemi dell'evoluzione, quali lo sviluppo di caratteri, il principio degli organi, ecc., restano ugualmente inspiegati dai fattori lamarckiani come da quelli darwiniani. Mentre i fattori lamarckiani possono aiutare materialmente alcuni problemi, in molti altri essi sono ancora più inadeguati dei fattori darwiniani. I punti più imbarazzanti dell'evoluzione non sono risolti nè dal Lamarckismo nè dal Weismannismo. Ciò è specialmente vero pel problema dell'origine degli istinti, poichè qui la scelta naturale è notoriamente inadeguata, e l'eredità dei caratteri acquisiti non è provata. Apparentemente, quindi, mentre potremo forse un giorno trovare che vi sono altri fattori nella eredità, dobbiamo per ora prendere l'altro corno del dilemma e vedere se non vi sono altri fattori nell'evoluzione. Rivolgeremo quindi la nostra attenzione a tale questione.



CAPITOLO VII.

Contributi recenti alla Teoria dell'Evoluzione.

È divenuto ormai sempre più chiaro che il problema del metodo dell'evoluzione non fu ancora risolto. La selezione naturale delle variazioni congenite è un fattore di primo ordine, ma le difficoltà a cui abbiamo accennato hanno obbligato molti naturalisti ad ammettere che esso solo non può essere considerato sufficiente per spiegare l'origine delle specie, e il numero di questi naturalisti va sempre più crescendo fra i giovani, almeno in America ed in Germania. I fattori Lamarckiani sono incerti, e, anche se accettati, non riescono a risolvere tutti i problemi, ed hanno assai meno valore di quanto un tempo si credeva. Il fatto che queste due teorie più vecchie lasciano molti problemi insoluti venne sempre più apprezzato, ed oggi i naturalisti ricercano attivamente qualche cosa che li aiuti a sciogliere i problemi. Si ammette liberamente che abbiamo bisogno di qualche cosa di più prima di poter sentire di comprendere anche solo le linee fondamentali del metodo di origine delle specie, e già cominciamo a trovare accenni al "fattore incognito",

nell'evoluzione. Naturalmente per certa classe di pensatori questo "fattore incognito" è il *disegno intelligente*, e per essi il fatto che i biologi ammettono di non essere soddisfatti della spiegazione attuale della evoluzione viene adoperato come un argomento a favore del disegno. I naturalisti invece sostengono che il fattore ignoto si deve trovare tra le forze naturali. Questa ricerca vediamo continuare in tutte le direzioni. Alcuni naturalisti ricercano ostensibilmente nuovi fattori dell'evoluzione: altri cercano quietamente in nuove direzioni nella speranza di trovare qualche aiuto alla spiegazione dei problemi generali della vita. Alcuni relegano al passato la selezione naturale, come la "confutata teoria Darwiniana". Alcuni annunziano come loro opinione che la selezione naturale è incapace di dare alcuna luce di più sulla origine della specie, mentre altri cercano solo di trovare nuove condizioni nelle quali la selezione naturale possa agire con maggiore efficacia. Ma ovunque v'è il senso che è necessario qualche cosa di più di ciò che Darwin scoperse. Ad eccezione di alcuni pochi estremisti, nessuno appare interamente soddisfatto delle conoscenze attuali sul metodo della evoluzione o delle leggi o forze conosciute che regolano la origine delle specie. È significativo il fatto che questo malcontento è più forte specialmente nei giovani, e in essi troviamo più netta la convinzione che rimane qualche cosa ancora da scoprire. Alcuni credono che il fattore o i fattori ignoti saranno presto trovati. Invece uno dei più eminenti fra i giovani sperimentatori dice che il fattore è non solo incognito ma inconoscibile. A noi rimane di vedere in quali direzioni vien condotta la nuova ricerca.

I più importanti fra i contributi recenti alla teoria dell'evoluzione sono la Teoria dell'Isolamento e la Teoria della Selezione Organica.

La Teoria dell'Isolamento.

Valore dell'isolamento. — Senza dubbio, una delle contribuzioni più importanti al metodo dell'origine delle specie portate dopo Darwin sta in una serie di concetti provenienti da parecchi studiosi indipendentemente, ma che si accentrano tutte nell'idea generale dell'isolamento. A differenza di alcune aggiunte recenti al Darwinismo, questo principio dell'isolamento è riconosciuto importante da ogni scienziato, quali si siano le sue idee sugli altri fattori. Esso è così importante che merita di essere posto colla selezione naturale e col Lamarckismo come terza grande teoria della origine delle specie. Gli scienziati discordano quanto all'estensione della applicazione di questo principio dell'isolamento, ma tutti ne riconoscono l'importanza. La essenza della teoria è che nella formazione della specie alcuni individui furono separati dal resto della specie e si svilupparono quindi da soli.

Prima di considerare la teoria in sè sarà meglio notare gli argomenti che indussero la credenza nella necessità dell'isolamento. Il primo argomento è l'effetto attenuante riconosciuto dell'incrociamiento a cui abbiamo già accennato. Questa difficoltà, come vedemmo, fu così grande per la scelta naturale da fare abbandonare l'idea che le variazioni singole potessero contare nell'evoluzione. È assolutamente certo che le variazioni singole non possono perpetuarsi se vi è possibilità libera di riproduzione con altri membri non modificati della razza, perchè l'incrociamiento tosto le elimina. Fu quindi necessario ammettere che l'evoluzione ha proceduto per variazioni attorno ad una

media, che la selezione naturale ha soltanto conservato le variazioni sopra e sotto la media, e che quindi essa agisce su grandi numeri di individui, non su variazioni isolate. Ma ora dobbiamo notare che il risultato di una tale evoluzione, per selezione di individui sopra o sotto la media, sarebbe di far avanzare l'intera razza lungo alcune linee definite e non potrebbe produrre una divergenza di caratteri fra i discendenti. Il graduale sviluppo del carattere medio produrrebbe una linea di discendenza continuamente avanzante, e mai due linee divergenti; produrrebbe cioè quella che si chiama discendenza *monotipica*, non la *politipica*. Ora se una cosa è certa nella teoria della discendenza, questa è che vi fu una divergenza di discendenza. Tutto mostra che le specie sono derivate da antenati comuni, dai quali esse diversero per discendenza. Ora se è vero che la selezione naturale può solo agire sulle medie, e quindi può solo abbassare od elevare la media di un carattere, è evidente che ciò non può produrre divergenza, e che a questa teoria bisogna aggiungere qualche cosa perchè risponda alle condizioni vere della discendenza. Vi deve essere qualche via che mostri come i discendenti di un antenato comune siano avanzati non solo nel carattere, ma divergendo in due o più linee differenti di discendenza.

Ora è evidente che se noi possiamo immaginare un isolamento di piccoli gruppi di individui dagli altri avremmo delle condizioni che renderebbero la divergenza possibile. Se i figli degli stessi genitori venissero forzati a riprodursi tra loro, i caratteri particolari dei genitori tenderebbero ad essere conservati piuttosto che eliminati per incrociamiento. Noi abbiamo prove numerose che questo principio è d'accordo coi fatti. Un allevatore di animali o di piante, quando desidera di conservare una variazione apparsa, si prende

cura di accoppiare insieme gli individui che offrono variazioni uguali, e il risultato si vede nella grande varietà di animali domestici e di piante coltivate. Le varietà domestiche sono sempre prodotte per isolamento. Inoltre abbiamo prove ugualmente buone che l'isolamento in natura produce gli stessi risultati. Numerosi ottimi esempi sono dati dalle isole oceaniche che sono così lontane dal continente che possono molto raramente essere visitate dagli immigranti. I discendenti dei pochi individui che raggiungono quelle isole sono obbligati a riprodursi insieme. L'isolamento produce quindi delle condizioni favorevoli allo sviluppo delle particolarità individuali, non frenato dall'effetto oblitterante dell'incrociamiento coll'individuo medio, e il risultato sarà lo sviluppo in queste isole di molti tipi strani che avranno caratteri veramente unici. Nelle Isole Galapagos, per esempio, le tartarughe hanno raggiunto il peso di parecchie centinaia di libbre, e talora hanno le loro dita coperte di zoccoli. Tali caratteri non avrebbero potuto svilupparsi se fosse stato possibile il libero accoppiamento, prima perchè l'incrociamiento li avrebbe eliminati e poi perchè la scelta naturale ne avrebbe presto causata la scomparsa. Solo in condizione di isolamento possono quindi svilupparsi tali variazioni.

Riconosciuta quindi la grande influenza dell'isolamento per produrre lo sviluppo di nuovi tipi, è chiaro che potremo trovare qui il secreto dell'evoluzione divergente che caratterizza la natura. La scelta naturale agendo sopra un grande numero di individui in una data località e viventi in condizioni simili, non produrrà nuove specie nei discendenti, ma farà solo progredire l'intero gruppo di organismi nella direzione del maggior adattamento alle loro condizioni. La divergenza deve essere dovuta all'impedimento dell'incro-

ciamento. Se quindi possiamo capire qualche metodo che spieghi come gli individui vengano separati gli uni dagli altri, in modo che quelli che offrono un certo carattere generale non possano riprodursi con altri che non lo hanno, possiamo comprendere come si formino due linee diverse di discendenza e ne risultino due specie differenti. Con tale isolamento di gruppi di discendenti da un genitore comune è facile comprendere l'evoluzione divergente e la origine delle specie da centri comuni. Senza di esso è assai difficile, anzi impossibile comprendere come vi sia qualche cosa di differente dall'evoluzione lungo una sola linea dal progresso di tutti gli individui insieme verso più alti gradi di adattamento, ma senza divergenza.

Metodi di isolamento.

Geografico. — Il significato di tale isolamento fu apprezzato da molti anni, e dagli scritti di Darwin appare chiaramente che la necessità dell'isolamento venne riconosciuta, o almeno ch'egli ne comprese il valore. Tutti gli esempi di divergenza citati da lui implicano tacitamente l'isolamento, benchè Darwin non ne abbia esposto chiaramente il principio, e non abbia certamente riconosciuto l'isolamento come una necessità per la formazione di una specie. La difficoltà che si affacciava a Darwin e ad altri era quella di comprendere come s'era prodotto l'isolamento per le molte centinaia di migliaia di casi ove era richiesto per spiegare la origine delle specie. Il primo e più naturale metodo di isolamento che si suggeriva da sè era l'isolamento geografico. L'isolamento degli animali nelle isole oceaniche si comprende facilmente. Inoltre è facile credere che la migrazione degli animali possa aver

portato talora alcuni individui, od anche una sola femmina gravida in un nuovo territorio ove i suoi figli non avrebbero avuto altri compagni che i propri fratelli e sorelle. È facile immaginare molte modificazioni della superficie della terra che siano avvenute durante l'evoluzione degli organismi, e che possono aver separati piccoli gruppi di organismi dai loro parenti, e li abbiano forzati a vivere da soli. I pesci nei vari fiumi sono isolati, e così pure sono gli animali sui versanti opposti di una catena di montagne. Tale isolamento geografico fu senza dubbio frequente, e, dove si verificò, fu certamente un mezzo di divergenza nella discendenza. Ciò fu già stabilito fin dal 1872 da Wagner che edificò sopra questo concetto una teoria dell'evoluzione per isolamento e migrazione, e sostenne che tutte le specie dovevano farsi risalire a questa separazione.

La teoria di Wagner, tuttavia, non venne accolta con molto favore, per varie ragioni. Considerando le centinaia di migliaia di specie di animali e di piante è chiedere troppo il supporre che vi sia stato un isolamento così estensivo di individui quale è richiesto da una teoria che suppone che *tutte* le specie debbano essere sorte per questo isolamento geografico. Inoltre noi troviamo, specialmente nella distribuzione delle piante, migliaia di esempi nei quali specie vicinissime occupano la stessa località, e per le quali quindi non v'ha possibilità di isolamento geografico, a meno che si faccia la supposizione improbabile che esse fossero una volta isolate e si fossero più tardi riavvicinate. Fu stabilito dai botanici che una maggioranza di specie affini si troveranno occupare identiche località. Negli animali più elevati le varie specie sono di solito separate da barriere, benchè spesso le vediamo occupare la stessa località. In certe lumache fossili che si accumularono sul fondo di un lago dei tempi geologici,

vediamo che vi fu un cambiamento graduale di specie, ed una divergenza di caratteri nelle stesse lumache dello stesso lago, ove non era certo il caso di attribuirle all'isolamento geografico. Tali esempi non permettono di dare alla teoria di Wagner più che una importanza sussidiaria.

Ma il fatto che l'incrociamiento impedisce la divergenza e l'impossibilità di credere che la selezione che agisce sulle medie possa produrre la divergenza si imponevano sempre. Il grande valore dell'isolamento che rispondeva a queste due difficoltà era così chiaro che anche altri, oltre Wagner, studiarono la questione. Negli ultimi anni l'idea venne adottata da una nuova scuola di scienziati che forse aggiunse tanto alla chiarezza delle nostre conoscenze sul metodo dell'evoluzione quanto qualunque altra scuola dopo Darwin. Finchè si richiedeva come fattore necessario nella origine delle specie l'isolamento *geografico*, l'idea non poteva essere accettata. Ma ora si sa che vi sono altri fattori di isolamento che possono separare gruppi di individui gli uni dagli altri in modo da impedire l'incrociamiento. Il concetto dell'isolamento per altri mezzi oltre a quelli geografici si offerse a parecchi autori sulla evoluzione, ma fu specialmente sviluppato da Gulick e da Romanes, e questi nomi sono strettamente associati alla teoria dell'isolamento. Gulick in particolare spese molti anni nello studio accurato degli animali in natura, e raccolse numerose osservazioni per sostenere il suo principio. Ciò è particolarmente interessante, perchè Gulick appartiene al clero, ed è assai significativo trovare un ecclesiastico che fornisce un contributo durevole ed importante alla teoria dell'evoluzione. Romanes colla chiarezza della sua logica e la fine maestria dello stile ha contribuito ancor di più a portare le nuove idee all'attenzione della scienza.

Studiando ora i metodi di isolamento, notiamo prima che si possono riconoscere due tipi di isolamento. Noi possiamo supporre prima che gli individui di una specie siano separati in due gruppi senza alcun riguardo ai loro caratteri. Ciò produrrebbe due gruppi essenzialmente uguali. Possiamo supporre in secondo luogo che gli individui vengano aggruppati secondo qualche carattere in modo che animali con un certo carattere siano aggruppati insieme, mentre altri sprovvisti di quel carattere siano aggruppati per sè stessi. In questo caso i due gruppi saranno differenti fin dal principio.

È facile intendere che l'isolamento del secondo tipo produrrebbe divergenza di discendenza, perchè due gruppi dissimili si svilupperebbero in linee differenti. Ma si insiste anche che il primo tipo di isolamento, a divisione non discriminata in due gruppi simili, produrrebbe anche divergenza nella discendenza per questa ragione: Se uno dei due gruppi fosse grosso e l'altro piccolo non avverrebbe mai che il carattere medio di un gruppo fosse esattamente uguale al carattere medio dell'altro. Invero sarebbe praticamente impossibile il dividere gli individui in due gruppi di numero differente e avere il tipo medio dei due gruppi uguale. Ora, come vedemmo, la selezione naturale agisce non sui caratteri individuali ma sulle medie, e la razza progredisce coll'innalzarsi o l'abbassarsi della media. I due gruppi così separati, avendo di necessità un carattere medio alquanto differente fin dal principio, subiranno un'azione differente da parte della selezione naturale, anche abitando la stessa località, e si svilupperanno in direzioni differenti. Tale divergenza non si verificherà prima dell'isolamento, perchè l'incrocioamento libero terrebbe la media della razza costante. Ma dacchè l'isolamento impedisce il libero incrocioamento dei due gruppi, le leggere differenze nel ca-

rattere medio tenderanno ad aumentare, e ne risulterà un'evoluzione divergente. Ne risulta quindi che il semplice fatto dell'isolamento risulterà nella divergenza di caratteri, specialmente se i due gruppi erano di vastità differente. Quanto più piccolo è il gruppo isolato dalla massa, tanto più grande sarà la possibilità di divergenza, poichè maggiore sarà la probabilità che il carattere medio sia differente dalla media della razza.

Fisiologico. — Riconosciuto quindi il grande potere dell'isolamento, o della segregazione, come viene anche detta, per produrre nuove specie, ci domandiamo in seguito quali forze esistono in natura capaci di produrre l'isolamento. Sarà meglio accennare prima ad un fattore a cui Romanes dà grande importanza, riservando a più tardi le forze apportate da Gulick. La forza che Romanes pone in prima linea fu da lui chiamata "selezione fisiologica", termine che non designa bene il fattore. Il principio della selezione fisiologica è che l'isolamento primario fra gli individui sorge da differenze nel loro potere riproduttivo. E è quindi realmente un isolamento fisiologico.

È un fatto ben noto che un allevatore, selezionando i suoi animali, può produrre una grande variazione dal tipo originario, come i piccioni di fantasia o le razze dei cavalli. È anche noto che queste varietà differiscono dalle vere specie solo pel fatto che esse possono riprodursi fra loro, e che quando si lasciano riprodurre insieme presto scompaiono per effetto dell'incrocio. L'allevatore può conservarle solo finchè impedisce l'incrocio. Ora le variazioni che così si producono toccano quasi ogni carattere degli animali, salvo la facoltà di incrociarsi. L'allevatore non cerca di selezionare la sterilità, e che i suoi animali rimangano infecondi fra loro. Se però si sviluppasse fra

queste varietà differenti una mutua infecondità quando venissero accoppiate, esse diverrebbero subito specie distinte.

Si impedisce alle varietà artificiali di scomparire solo coll'impedirne con mezzi artificiali l'incrociamiento. Non potremmo noi supporre quindi che le varietà naturali per poter formare delle specie, furono impedito nel reciproco incrociamiento da qualche mezzo naturale? È un fatto che le specie naturali quando vengono incrociate sono di solito sterili. Il passo quindi alla selezione fisiologica è semplice. La prima causa dell'isolamento degli individui, dice Romanes, è l'apparizione di differenze nelle loro facoltà riproduttive, cosicché si sviluppa fra gli individui un certo grado di mutua infecondità. I poteri riproduttivi degli organismi sono certamente variabili, e se insorgessero fra i componenti di una specie delle variazioni nelle facoltà riproduttive tali che alcuni individui fossero sterili accoppiandosi colla massa onde provengono e fossero invece fecondi accoppiandosi fra loro, si avrebbe subito un isolamento della razza in due gruppi completamente separati. I membri di ogni gruppo sarebbero forzati a riprodursi fra loro, e l'isolamento si produrrebbe anche se i due gruppi abitassero esattamente le stesse località. I caratteri somatici ordinari possono divenire differentissimi e l'incrociamiento eliminarli, ma se appaiono differenze nelle facoltà riproduttive, associate con altre differenze, l'incrociamiento non ha più potere. L'isolamento si è prodotto, l'evoluzione divergente si verifica, e si svilupperanno nuove specie incapaci di riprodursi fra loro. Le specie sono quindi ricordi di variazioni nel sistema riproduttore.

Non si può quasi mettere in dubbio che una condizione di reciproca infecondità risulti coll'origine di nuove specie, ma non si può così facilmente vedere

come tale mutua infertilità avvenga. Se gli individui con facoltà riproduttive modificate sono pochi, la probabilità che si riproducano insieme sarà piccola. L'infertilità quindi risulterà apparentemente piuttosto nell'estermidio per incapacità a trovare coniuge adatto che nella segregazione degli individui. Supporre che un grande numero di individui variino ad un tratto in direzioni simili ci serve poco, perchè non possiamo comprendere come le facoltà riproduttive variino allo stesso modo in molti individui simultaneamente. Queste difficoltà provengono principalmente dalla considerazione degli animali più elevati. Negli animali inferiori e nelle piante il processo riproduttivo è molto differente. Nelle piante la fecondazione è data dal polline portato sullo stamma, e ogni stamma può ricevere pollini di provenienze differenti. Ora è ben noto che il tempo di maturazione del polline e degli ovuli offre molte variazioni nella stessa specie. Naturalmente quelle piante che maturano il polline prima dovranno fecondare gli ovuli di quelle piante che li maturano anche prima, e allo stesso modo le piante più tardive si riprodurranno fra loro. Ciò produrrà una infertilità fra le piante per variazioni nella stagione riproduttiva. Inoltre fu riconosciuto che il polline di certe piante ha un maggior potere fecondante su un certo stamma che il polline di altre piante. Un fiore che viene costantemente visitato dagli insetti riceverà molte qualità di polline, ma in questo polline alcuni granuli hanno maggior potere degli altri. Questo maggior potere potrà essere grande o piccolo. Esso può essere così grande che il polline più potente può cadere sullo stamma molto tempo dopo l'arrivo del polline meno potente, e tuttavia la sua azione sarà così forte e rapida da fecondare esso gli ovuli prima che il polline meno potente abbia tempo di agire, benchè, se il pol-

line più potente non avesse raggiunto lo stemma, l'altro polline avrebbe col tempo prodotta la fecondazione. Un fatto simile fu osservato anche negli animali. È un fatto sicuro che certe variazioni straordinarie si sono talora mostrate così forti da persistere nonostante tutte le opportunità di incrocio misto. In tutti questi casi abbiamo forze che segregano i gruppi. Quelle piante il cui polline ha questa potenza maggiore si riprodurranno quasi certamente con altre piante a cui sono adatte, e così vengono isolate dalle altre.

Si fa questione in tali casi se l'infeccondità sia primaria o secondaria. Romanes credeva che si sviluppasse prima la reciproca infeccondità, e che questa producesse l'isolamento. Altri sostengono che l'isolamento è prodotto pel primo da qualche altro fattore, e che la infeccondità viene poi in aiuto; ma la necessità di qualche genere di sterilità per impedire la scomparsa delle varietà per incrocio è da tutti riconosciuta.

L'importanza di questa idea dell'isolamento fu grandemente accresciuta dalle osservazioni e dalle considerazioni di Gulick, il quale mise innanzi altri fattori che tendono ad isolare gli individui in gruppi per quanto è della riproduzione. L'opera di Gulick acquista speciale valore perchè è il risultato di una lunga serie di osservazioni, e non solo una questione di ipotesi. Gulick dedicò molti anni di studio alle conchiglie terrestri delle isole Sandwich. Questi molluschi hanno poco potere migratorio; molti di essi vivono sugli alberi. Egli trovò che sezioni del paese molto vicine ed aventi caratteri precisamente identici sono abitate da specie differenti di lumache. La differenza della specie era proporzionata alla distanza delle località. Talora località intermedie offrono forme intermedie fra i tipi delle località estreme, e secondo l'uso dei naturalisti le forme estreme non sarebbero considerate come specie

distinte ma solo come varietà. Ma Gulick richiamò la attenzione sul fatto che egli poteva farne buone specie soltanto col bruciare le foreste delle località intermedie.

Una distribuzione così particolare lo indusse a ricercare le cause. Secondo la teoria della selezione naturale l'unica spiegazione delle differenti specie nelle differenti località starebbe nelle condizioni differenti, e quindi che un tipo medio diverso fu meglio adattato alle differenti località. Ma le condizioni sono così assolutamente identiche, e la differenza fra la specie è così indipendente da ogni differenza di condizione che Gulick non potè assolutamente credere che ciascuna specie fosse nata da un adattamento alle condizioni prodotte dalla scelta naturale. Dopo un lungo studio egli concluse che tutto il segreto del fenomeno era che gli individui delle varie località erano stati separati o segregati dai loro affini, e s'erano per conseguenza riprodotti fra loro finchè ciascuno s'era allontanato dal tipo originale nella sua propria direzione, e che le differenze fra le specie sono semplicemente il risultato di tale segregazione e della riproduzione ristretta. Questa idea lo condusse ad uno studio più ampio delle condizioni di natura che possono aver prodotto tale segregazione.

Misto. — Non abbiamo spazio sufficiente per menzionare tutti i fattori di Gulick, ma ne dobbiamo parlare abbastanza per mostrare il contenuto generale di questo principio di isolamento. In primo luogo egli riconosce l'isolamento geografico quale fattore importante, che mostra come la semplice separazione degli individui in gruppi produce la evoluzione divergente, perchè il carattere medio dei gruppi non può essere identico, e quindi la selezione naturale li farà avanzare in direzioni differenti. In secondo luogo egli ri-

conosce il fattore di Romanes, e indica molte condizioni in cui il fenomeno della infecondità entra in giuoco. Ma oltre a questi egli trova altri fattori di segregazione. Tutte le piante e molti animali hanno poco potere di migrare. Ora questi organismi saranno obbligati a riprodursi coi loro vicini. Una pianta di Nuova York si riprodurrà con un'altra vicina e non con una dell'Iowa, anche se la stessa specie si trova nei due Stati e non è separata da barriere. Se una specie di pianta è distribuita sopra un grande territorio è certo che ai limiti esterni del territorio il numero degli individui sarà piccolo, qualunque sia il numero degli individui che abitano il centro del territorio. Questi individui non troveranno affini così numerosi da rendere l'incrocio facile, e quindi i discendenti degli stessi genitori dovranno riprodursi fra loro. In tali condizioni è evidente che non vi è un accoppiamento promiscuo di tutti gli individui della specie, e se il carattere medio degli individui agli estremi del territorio è alquanto differente da quello del centro, vi sarà in essi una tendenza a scindersi in due o più gruppi pel semplice fatto che sono segregati per quanto concerne l'incrocamento. Il carattere medio di individui dell'Ohio sarà verosimilmente diverso da quello degli individui di Nuova York e vi sarà una tendenza alla produzione di due tipi pel fatto che gli individui vicini si riproduranno tra loro.

Inoltre un altro genere di segregazione è presentato dal cambiamento di abitudini. Supponiamo, per es., che alcuni membri di una specie tentino di sfuggire ai loro nemici col nascondersi sotto le pietre, mentre altri adottino un metodo differente di fuga; o supponiamo che alcuni fuggano nella montagna, mentre gli altri rimangono nella valle. È evidente che queste abitudini avranno per risultato la riproduzione fra loro

degli animali che hanno uguali abitudini. Oppure immaginiamo che alcuni individui acquistino l'abitudine di un nuovo cibo, per esempio una nuova pianta. Questa nuova abitudine farà quasi certamente riprodurre fra loro questi animali ad esclusione degli altri. Ciò è avvenuto di fatto colla *Doriphora*, ove alcuni individui della specie presero l'abitudine di mangiare le foglie di patata. È abbastanza evidente che questi individui d'allora in poi si riproducono insieme ad esclusione degli altri membri della specie che non hanno adottato il nuovo cibo. Se altri individui non vengono ad adottare la stessa abitudine, essi certo non s'incrocieranno con quelli che si cibano della patata, e tale cambiamento di abitudini ha quindi prodotto la divisione della specie in due gruppi. Due specie di topi delle Isole Salomone si credono originate in tal modo, un gruppo avendo acquistato abitudini arboree, mentre l'altro rimaneva sul terreno. Una razza di sordomuti sta formandosi per l'abitudine di associare persone sordomute negli asili. Basta d'altronde guardare solamente la vita sociale di una città per vedere come effettivamente le abitudini sociali separano la umanità in gruppi che rimangono isolati, quanto alla riproduzione.

Un altro fattore che conduce nella stessa direzione è l'istinto sociale degli animali. Esso unisce in tribù individui con uguali abitudini, e quindi, comunemente, individui con uguali antenati. Un branco di antilopi è composto in gran parte dei figli di un solo padre, almeno nei piccoli branchi nei quali vi è un solo maschio. Una colonia d'insetti ha una sola femmina. Gli istinti sociali, ovunque si osservano, tendono ad aggruppare insieme individui che hanno uguali caratteri, poichè hanno uguali antenati. Naturalmente tale associazione viene frequentemente rotta, ma non rap-

presenta perciò meno una forza che tende a raggruppare gl'individui insieme.

L'isolamento sarà anche prodotto dalla colorazione protettiva. Supponiamo che fra le cavallette vi sia una variazione di colore, e che alcune siano verdi e le altre brune. Gl'individui verdi saranno protetti nell'erba pel fatto che il loro colore li nasconderà meglio agli uccelli rapaci. Gl'individui bruni saranno invece meglio protetti nella sabbia. Quindi col tempo fra l'erba si troveranno solo gl'individui verdi e individui bruni nella sabbia, e ne conseguirà che gli animali dello stesso colore si accoppieranno insieme. Inoltre pare che spesso gli animali abbiano preferenza per altri che offrono speciali distintivi di colore, talora detti "segni di riconoscimento". Questi distintivi tenderanno quindi a segregare insieme individui con certi segni, e spiegheranno l'utilità di segni altrimenti incomprensibili.

Si sostiene anche dai difensori della teoria dell'isolamento che la selezione naturale stessa non è che un metodo d'isolamento. Coll'esterminio dei meno adatti i più adatti vengono lasciati a riprodursi, non limitati dall'incrocio promiscuo. È realmente l'isolamento di animali con uguali caratteri adattativi che produce il nuovo tipo, e la scelta naturale serve quindi solo come mezzo per produrre l'isolamento e impedire l'incrocio.

Senza più oltre entrare in particolari, questi esempi basteranno ad indicare la natura di questo principio dell'isolamento. L'essenza di questo nuovo tentativo per comprendere l'origine delle specie e togliere le difficoltà sollevate contro la teoria di Darwin, sta nel mostrare che vi sono in natura parecchie forze che hanno una tendenza a separare in gruppi gl'individui di caratteri uguali. Riproducendosi insieme questi in-

dividui si evitano gli effetti disperdenti dell'incrocio-mento, e viene in grande parte tolta la difficoltà a comprendere l'evoluzione divergente.

Relazione dell'isolamento colla selezione naturale.

Rimane ora a considerare la relazione di questo fattore dell'isolamento colle altre forze che hanno contribuito all'origine delle specie. È necessario, in primo luogo, di evitare di lasciarci confondere dalla discussione personale degli aderenti alle varie teorie. Alcuni neodarwinisti sono così soddisfatti della teoria della selezione naturale come teoria completa che o non accettano nulla di nuovo o lo considerano come una parte della loro teoria della selezione naturale. Essi accettano l'isolamento come un fattore in natura, ma lo considerano come una semplice parte della selezione naturale. All'estremo opposto Romanes sostenne che le tre forze che contribuiscono all'origine delle specie sono la variazione, l'eredità e l'isolamento. Ammesso che la variazione e l'eredità esistono, il problema dell'evoluzione è semplicemente lo studio delle cause che condussero all'isolamento; la scelta naturale è semplicemente un mezzo d'isolamento. Non poco della discussione sorta intorno alla teoria dell'isolamento fu intorno al punto se l'isolamento debba considerarsi una parte della teoria generale della scelta naturale, o se la scelta naturale sia una parte della teoria dell'isolamento. Tali questioni di termini non hanno alcuna importanza pel nostro scopo, poichè noi cerchiamo ora di stabilire quanto attualmente conosciamo del metodo di origine della specie, e non se Darwin,

o Wallace, o Romanes, o Weismann o altri abbiano avvicinato più o meno la verità. Se lasciamo in disparte questa questione, giungiamo ad un principio riconosciuto comunemente, da tutte le scuole di evolucionisti, che l'isolamento dev'essere stato un agente molto importante, anzi universale, nell'origine delle specie per divergenza.

Ma è invece fondamentale la questione se l'isolamento inizi la divergenza o se la divergenza inizi l'isolamento, e rappresenta una differenza reale d'idee. Prima che sorgano gruppi di animali simili devono apparire fra essi alcuni caratteri sui quali si possa basare l'isolamento. Finchè non si sono prodotte differenze fra gl'individui è chiaro che è impossibile per gruppi differenti di formarsi, basati su caratteri distinti. Quindi si afferma che la divergenza deve precedere l'isolamento, invece di esserne l'effetto. Anche se fosse vero, ciò non influirebbe sulla credenza nella grande efficacia dell'isolamento nella produzione della evoluzione divergente, poichè senza questo isolamento i vari caratteri scomparirebbero presto per incrociamiento. Cambiamenti nell'abitudine e nella struttura appaiono certamente, benchè non ne comprendiamo le cause. Se noi possiamo, per mezzo dei fattori già delineati, comprendere come queste varietà possano essere portate ad accoppiarsi insieme invece d'incrociarsi promiscuamente col tipo donde provengono, abbiamo d'un tratto progredito molto nella comprensione del processo, e abbiamo debellate alcune delle più serie critiche sollevate contro le teorie proposte da Darwin.

Ma i sostenitori delle teorie dell'isolamento insistono che l'isolamento sarà in sè stesso una causa di divergenza. Come già indicammo, la semplice separazione d'individui in due gruppi produrrà divergenza.

pel fatto che il carattere medio dei due non può essere lo stesso, specialmente se uno dei gruppi è piccolo; e quindi l'incrociamiento stretto accrescerà le differenze nel carattere, e produrrà divergenza. Solo per questa divergenza prodotta dall'isolamento possiamo noi comprendere l'origine di parecchie specie, molto affini le une alle altre, nella stessa località, e tale condizione appare essere assai comune, almeno fra le piante. Solo negando che due specie possano sorgere in una stessa località possono i critici della teoria dell'isolamento mettere in dubbio la conclusione che l'isolamento è in sè una causa primaria di divergenza. Lasciando in ogni modo in disparte queste polemiche, non vi può essere disputa sull'argomento. Che l'isolamento debba essere incluso nella scelta naturale o non, esso non fu riconosciuto da Darwin della stessa importanza quale appare ai naturalisti d'oggi.

Si può mettere in questione se l'isolamento meriti di essere considerato come un piede del grande tripode: variazione, eredità, isolamento, e se la scelta naturale dev'essere considerata come un tipo d'isolamento. Ma la conclusione indiscutibile dev'essere che la scelta naturale fu un fattore importante nello sviluppo delle specie, e che le varie forze sopra menzionate che producono la separazione di gruppi l'uno dall'altro in modo da impedire il libero incrociamiento, furono senza dubbio un fattore comune, se non universale e necessario, nella divergenza delle specie da centri comuni.

Questo isolamento e segregazione ci aiuta grandemente a comprendere come le leggi di riproduzione hanno prodotto tale varietà in natura, cioè l'evoluzione *politipica*. Per lungo tempo rimarrà ancora incerto quale ampiezza di azione abbiano avuto queste

forze, e quanto la selezione da sola possa spiegare le nostre specie attuali. Ma possiamo essere certi che le forze indicate, per le quali gl'individui vengono raggruppati insieme, per la riproduzione, furono fattori importanti nella origine delle specie, e l'averle riconosciute ha allontanato qualcuna delle difficoltà serie che si opponevano alla comprensione della scelta naturale quando queste forze non erano riconosciute od erano solo oscuramente comprese. Non è questione di speciale importanza se Darwin le abbia riconosciute o non, e se esse siano incluse nel darwinismo, perchè è certo che nè Darwin nè i suoi seguaci ne percepirono il grande significato finchè esse non furono in anni recenti messe in luce da Gulick e da Romanes. Dobbiamo quindi riconoscere queste teorie dell'isolamento e della segregazione come veri contributi attivi alla conoscenza dell'origine delle specie, e quali contributi che chiariscono le nostre idee sul metodo della evoluzione più che qualunque altro contributo dopo Darwin. La teoria della selezione naturale richiede quella dell'isolamento per produrre la divergenza.

Selezione organica.

Uno dei contributi più recenti al metodo dell'evoluzione ha il merito di essere stato concepito indipendentemente da tre naturalisti differenti, e riconosciuto fin dal principio come un fattore importante dai sostenitori più eminenti della scuola neolamarckista e da quelli della neo-darwinista. È la *selezione organica*. Le fonti onde sorse questa idea sono molto differenti, poichè i suoi autori furono l'uno uno psicologo, l'altro un paleontologo, e il terzo un na-

turalista che aveva fatto studi speciali sugli istinti. Partendo da punti così differenti, gli argomenti che condussero alla teoria furono alquanto varii. Si può dire, in generale, che quei naturalisti giunsero a questa teoria perchè sentirono inadeguata la scelta naturale, come veniva prima intesa, per spiegare tutti i fatti e perchè sentirono che il fattore lamarckiano è almeno dubbio, e, anche se fosse vero, non sarebbe forse sufficiente a rispondere a ciò che gli si chiede. La teoria della selezione organica è, in un certo senso, un compromesso fra le idee delle due scuole principali. Coi neo-darwiniani esso abbandona l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, ma coi neo-lamarckisti pone molto innanzi l'influenza dei caratteri acquisiti per guidare il corso dell'evoluzione.

Variazioni ontogenetiche.

Un contrasto ancora più forte che prima viene in primo luogo elevato fra quelle variazioni che risultano dall'azione diretta dell'ambiente sull'individuo. Questa è naturalmente solo la differenza fra le variazioni acquisite e quelle congenite, ma alle prime si attribuisce ora una parte molto più grande nella formazione dell'individuo, di quanto prima si fosse supposto. La vita dell'individuo si può supporre cominci al tempo della fecondazione dell'uovo. A quel tempo tutti i tratti ereditari che egli deve ricevere sono già combinati nell'uovo, cioè, tutti i suoi caratteri congeniti sono in lui. Ma da quel momento cominciano ad agire sopra di esso le influenze dirette dell'ambiente, e tutte le variazioni sviluppate in seguito sono piuttosto acquisite che congenite. Esse sono spesso chiamate

variazioni ontogenetiche, termine inigliore che *acquisite*, poichè tutte le variazioni devono essere state acquisite in qualche momento, mentre il termine *ontogenetiche* indica che esse sono acquisite dall'individuo e non dalla sostanza germinale. Queste variazioni ontogenetiche sono affatto indipendenti da quelle che s'originano nel plasma germinativo, poichè sono supposte influire sul corpo semplicemente, e non vengono trasmesse per eredità. Ma tali variazioni hanno un'influenza grandissima sull'individuo. Fin dal principio della vita esso ne risente, e i caratteri che esso ha da adulto sono una combinazione di alcuni che ha ricevuto per eredità con alcuni che ha sviluppato per sè stesso come risultato dell'azione diretta dell'ambiente. Poichè questi ultimi caratteri sono il risultato diretto dell'azione dell'ambiente, sono di solito adattati a questo. Per certo, come già abbiamo notato, non possiamo comprendere come l'ambiente possa agire sull'individuo in modo da produrre in esso anche modificazioni adattative acquisite. Noi non abbiamo la più piccola idea del perchè un muscolo cresce coll'uso o diminuisce col disuso, perchè le sensazioni divengono più acute quando sono esercitate, perchè cambiamenti nel cibo o nel clima modificano i colori, perchè la forma delle foglie o la lunghezza del becco degli uccelli cambiano col clima. Ma tali modificazioni adattative appaiono durante la vita dell'individuo. Esse formano la base della teoria lamarekiana e si possono osservare ovunque.

È impossibile determinare ora fino a quale estensione i caratteri di un adulto siano ereditari o congeniti, e fino a qual punto essi vengano facilmente sviluppati da ogni individuo indipendentemente dalla eredità. Quando ricordiamo quali profonde modificazioni possono essere prodotte in un organismo da

cambiamenti nel suo ambiente, e ricordiamo che l'individuo fin dal principio è sotto l'azione dell'ambiente, ne sembrerebbe conseguire che i suoi caratteri di adulto devono in grado non indifferente essere semplicemente acquisiti e non congeniti. Ma è difficile, se non impossibile, il distinguere fra le due classi. Negli studi fatti sinora sulla variazione non si tentò di distinguerle. Quando si trovò che la lunghezza del becco degli uccelli variava col clima o che la lunghezza delle ali o delle zampe presentava delle variazioni dai due lati di una media, si suppose che queste fossero differenze innate, e quindi, se scelte, materia di eredità. Gran parte dell'importanza dello studio statistico della variazione, a cui prima accennammo, dipende da questa ammissione. Ma è almeno ugualmente probabile che le variazioni sono semplicemente dovute all'azione dell'ambiente, dell'abitudine, dell'uso, e quindi sono puramente acquisite. La maggior parte degli studi fatti sinora sulla variazione consistettero in registrare variazioni grandi o piccole, ma senza tentare di determinare fino a qual punto esse siano veramente congenite, e fino a qual punto dovute all'azione dell'ambiente sull'individuo. Considerando la grande differenza nella relazione che le due classi hanno col problema della evoluzione, è chiaro che non si giungerà ad un risultato chiaro finchè i due tipi di variazione non siano più accuratamente separati.

In ogni modo è certo che l'ambiente ha un'influenza considerevole sullo sviluppo di ogni individuo, indipendentemente dai suoi caratteri ereditari. È ugualmente evidente che questi caratteri acquisiti devono cambiare con ogni cambiamento delle condizioni o delle abitudini. Se un animale prende una nuova pianta per cibo o una nuova dimora, se impara un nuovo metodo per proteggersi, o se una pianta prende a

crescere in un suolo differente, questi cambiamenti produrranno il loro effetto e ne risulteranno variazioni acquisite. Ora, come vedemmo, è difficile credere che queste variazioni influiscano talmente sul plasma germinativo da essere trasmesse alla generazione seguente, ma è ugualmente evidente che se la generazione successiva viene posta nelle stesse condizioni svilupperà anche uguali variazioni, in modo affatto indipendente dall'eredità. Finchè l'ambiente rimane lo stesso, ogni generazione svilupperà, dopo la nascita come individuo, lo stesso genere di variazioni acquisite. Queste, apparendo regolarmente nelle generazioni successive, saranno forse considerate ereditarie, benchè in realtà esse siano solo acquisite indipendentemente da ciascun individuo. Esse non saranno una parte della natura ereditaria, ma solo il risultato dell'*allevamento* a cui ogni individuo è soggetto.

Azione delle variazioni acquisite nel guidare la scelta naturale.

L'essenza della teoria della selezione organica è che queste variazioni acquisite manterranno gl'individui in armonia coll'ambiente loro, e li conserveranno con nuove condizioni, finchè qualche variazione congenita apparirà che abbia un carattere adattativo proprio. Il significato di questo concetto non appare forse subito a prima vista. Esso si renderà più chiaro considerando per esempio il problema dello sviluppo delle abitudini e degli organi adattati vicendevolmente. Non è possibile credere che un organo si sviluppi prima dell'abitudine di usarlo, poichè in tal caso sarebbe inutile. D'altra parte l'abitudine di usare un organo

non può sorgere prima che l'organo appaia. Dobbiamo quindi credere che organi e abitudini appaiano insieme, concetto molto difficile o impossibile per la variazione fortuita.

Ora la selezione organica tende a mostrare che la adozione per parte di un animale di una nuova abitudine produrrà lo sviluppo di strutture adattate all'abitudine, ma per un principio che non richiede l'eredità delle variazioni acquisite. Ammettendo che alcune modificazioni nelle condizioni portarono certi animali ad assumere una nuova abitudine, la teoria di Weismann ci forza a credere che ne seguiranno alcune modificazioni strutturali, da variazioni nel plasma germinativo, le quali sarebbero parallele alle variazioni acquisite sviluppate dalla nuova abitudine. Ma quando concepiamo, come Weismann deve, che le variazioni congenite sono indefinite e in tutte le direzioni, diventa d'infinita improbabilità il supporre che proprio quella variazione giusta debba seguire al momento richiesto. I lamarckisti, trovando che l'abito e la struttura si seguono così strettamente, si sentirono obbligati ad ammettere che l'uno produce l'altra, mentre naturalmente i weismannisti negano tale conclusione.

Se non fosse necessario ammettere che una variazione congenita appropriata all'uso deve seguire *immediatamente* al cambiamento nell'uso, la difficoltà sarebbe grandemente diminuita. Si può ammettere che è tanto improbabile da essere inconcepibile che un nuovo abito acquisito sia immediatamente seguito da una modificazione congenita nella struttura appropriata alla nuova abitudine, se non vi è eredità di variazioni acquisite. Ma è probabile, anche in base al principio delle variazioni casuali in tutte le direzioni, che alcune di queste variazioni congenite possano ap-

parire nel corso del tempo. Se gl'individui potessero essere mantenuti nella loro nuova abitudine abbastanza a lungo, è certo che una variazione congenita di un carattere appropriato apparirebbe eventualmente. Ora i caratteri acquisiti serviranno a mantenere l'individuo nelle nuove condizioni. Quando un animale adotta una nuova abitudine il suo corpo comincia subito a cambiare ed esso tosto acquista uno sviluppo di muscoli e di ossa adattato alla nuova abitudine. Esso può invero non trasmettere questi caratteri, e i suoi discendenti possono trovarsi alla nascita in condizioni non migliori di quelle in cui esso si trovava; ma ogni generazione acquista per se stessa questi caratteri finchè le condizioni rimangono le stesse. Ma i nuovi caratteri, anche se non congeniti, adattano l'individuo alle nuove sue condizioni e lo mettono in grado di vivere con successo in queste condizioni. Questi individui possono quindi competere vantaggiosamente nella lotta per la vita, poichè i loro caratteri acquisiti sono tanto utili quanto se fossero congeniti. E ciò si ripete di generazione in generazione, ed ogni generazione sviluppa nuovamente simili caratteri acquisiti.

Ricordando poi il grande numero di variazioni che avvengono costantemente come risultato delle modificazioni del plasma germinativo, è, probabile, anzi certo, che dopo qualche tempo qualche variazione congenita apparirà che sarà di uso diretto agli animali nelle loro nuove abitudini di vita. Durante tutto questo tempo la maggioranza delle variazioni apparirà e scomparirà rapidamente, poichè, prive di uso speciale, non vi sarà nulla che le conservi, e l'incrocciamento le eliminerà. Ma quando dopo forse centinaia di generazioni appare una variazione congenita che aiuta l'animale nelle sue nuove abitudini di vita — ormai divenute vecchie — tali variazioni saranno scelte

e diverranno una parte della eredità della razza. Gli individui con queste variazioni congenite avranno fin dal principio un vantaggio sugli altri, poichè le variazioni congenite li metteranno in grado di adattarsi più strettamente alle condizioni che non i caratteri puramente acquisiti. Così i caratteri acquisiti tengono gl'individui vivi finchè appariscono le variazioni congenite adatte, e la nuova abitudine determina in fatto quali variazioni congenite dovranno essere scelte e guida il processo di evoluzione.

Forse un caso concreto renderà un poco più chiara questa teoria alquanto oscura. Immaginate, per es., che qualche cambiamento nelle condizioni abbia forzato un animale primitivo simile alle scimmie, che viveva sul terreno, a fuggire ai suoi nemici arrampicandosi sopra gli alberi. Questa abitudine arboricola gli fu così utile che la continuò durante tutta la sua vita, e la sua prole, tenuta fin dalla nascita sugli alberi, acquistò lo stesso abito di vita. Certamente ne segue che il nuovo metodo di usare i loro muscoli li avrebbe in breve adattati meglio all'azione di arrampicarsi. Inevitabilmente sarebbero avvenuti cambiamenti nello sviluppo delle varie parti del corpo quale risultato diretto del nuovo ambiente, e sarebbero stati caratteri acquisiti. I discendenti avrebbero sviluppati gli stessi muscoli, tendini e ossa, poichè vivevano sugli alberi e sottostavano alle stesse influenze. Tali caratteri acquisiti mettevano in grado gli animali di vivere sugli alberi, e determinavano così quali individui dovevano sopravvivere nella lotta per la vita, poichè questi individui modificati avevano un vantaggio su quelli che vivevano al suolo o che non erano divenuti per abiti acquisiti bene adatti alla vita arborea. Tutto ciò può avvenire senza bisogno di una variazione congenita o dell'eredità di un qualsiasi

carattere che specialmente adatti le scimmie a vivere sugli alberi.

Ma nelle scimmie così conservate avverranno sempre variazioni congenite in tutte le direzioni. Ne conseguirà certamente che dopo un certo tempo vi potrà essere qualche variazione congenita che affetti la forma delle mani e dei piedi. Queste variazioni non saranno il risultato dell'uso degli organi, o variazioni acquisite, ma verranno da variazioni nel plasma germinativo. Vi potranno essere nel frattempo migliaia di variazioni in altre parti del corpo, ma queste variazioni miste non dureranno.

Ma non appena appaiono variazioni nella forma delle mani e dei piedi, il fatto che l'animale ha continuato ad arrampicarsi sugli alberi darà valore a queste variazioni e le renderà quindi soggette alla scelta naturale. La selezione segue, e così col tempo le scimmie avranno ereditato mani e piedi ben adatti all'arrampicarsi. Le variazioni acquisite in questo caso non hanno alcuna parte nel *produrre* le modificazioni direttamente ma esse protessero l'animale dalla distruzione finchè apparvero le variazioni congenite. Le variazioni acquisite hanno determinato che gli individui vivano sugli alberi, e la vita arboricola ha determinato quali variazioni congenite saranno conservate. Indirettamente quindi, le variazioni acquisite guidano l'evoluzione.

Questo fattore aiuta anche a spiegare l'origine delle strutture coordinate, che furono sempre un grave enigma per la scelta naturale. Come, ad esempio, possiamo immaginare che variazioni congenite casuali producano *allo stesso tempo* l'aumento nella mole delle corna del cervo e quello nella forza del suo collo e delle spalle? Ciascuna di queste strutture non potrebbe esistere senza l'altra. Ma noi possiamo immaginare

che qualche variazione congenita aumentò la mole delle corna, e quindi necessariamente dei caratteri acquisiti avranno aumentato la grossezza dei muscoli del collo e delle spalle, mettendo così l'animale in grado di portare grosse corna. Ciò può continuare per parecchie generazioni. Eventualmente un'altra serie di variazioni di un carattere congenito può influire su questi muscoli. Queste saranno tosto scelte, se permettono all'animale di portare più agevolmente le sue corna, e quindi col tempo collo e corna saranno coordinate fra loro. L'animale per caratteri acquisiti si adatta alle sue condizioni e attende finchè appare un carattere congenito adatto. In tal modo si rende possibile una combinazione di caratteri per fare un sistema coordinato di organi, in un modo che la scelta naturale non può spiegare da sola.

La Coscienza come Fattore.

Questo concetto della azione della selezione fa evidentemente della coscienza un fattore nella evoluzione. I Lamarckisti sostennero sempre che la coscienza contribuisce al processo di discendenza. Si suppose talvolta che con ciò s'intendesse che un animale può con sforzi coscienti modificare la sua struttura: ma tale convinzione non fu certo sostenuta da scienziati in tempi recenti. La coscienza può tuttavia, condurre all'uso di organi, o all'adozione di nuovi modi di vita, e, se le idee che noi ora stiamo considerando sono fondate, tale uso degli organi o tali abiti conducono allo sviluppo di quei caratteri acquisiti che mettono l'individuo in grado di vivere in nuove condizioni con miglior successo, finchè col tempo appariranno le varia-

zioni congenite. La coscienza diventa quindi un fattore indiretto dell'evoluzione. Talora invero si tenta di estendere questo principio della coscienza a tutta la vita organica e di trovare anche fra le piante inferiori qualche cosa che le corrisponda. Ma questa estensione della coscienza è troppo grossolana e inintelligibile per poter prendere il suo posto nel nostro concetto generale della natura. Ma se l'evoluzione organica è un fattore la coscienza diviene una forza di importanza considerevole negli animali superiori. Inoltre, è precisamente fra questi che appare maggiore il bisogno di un aiuto alla scelta naturale. Come già abbiamo veduto, vi è una forte evidenza della ereditarietà dei caratteri acquisiti nelle piante, così forte invero che alcuni botanici ritengono dimostri tale eredità. Negli animali l'evidenza di questa eredità è ben meschina, e pare che si vada sempre meno credendo ad essa. Quindi il fattore della coscienza viene in azione proprio quando i caratteri acquisiti diventano del più dubbio valore. Nelle piante, per la grande distribuzione del plasma germinativo in tutto il corpo, è meno difficile accettare la eredità dei caratteri acquisiti, e la coscienza non è quindi necessaria. Negli animali, dove l'eredità dei caratteri acquisiti è più dubbia, per dir poco, questo fattore della coscienza prende il suo posto.

Selezione Organica e Selezione Naturale.

Fu detto che la selezione organica è una specie di compromesso fra il Weismannismo e il Lamarckismo. Ma tuttavia si può appena chiamarlo un compromesso. Esso abbandona interamente il concetto Lamarckista della eredità dei caratteri acquisiti e che l'azione del-

l'uso e del non-uso abbiano un'influenza diretta nella produzione di variazioni che modificano per eredità i discendenti.

Il solo carattere Lamarckista che rimane è che l'ambiente, pei caratteri acquisiti che produce, ha una influenza importante nel guidare l'evoluzione. Tale concetto è però perfettamente d'accordo col Weismannismo come dimostra anche il fatto che la selezione organica è sostenuta da Weismann. Al tempo stesso, non v'è dubbio che essa altera materialmente le primitive nozioni della scelta naturale e presenta questa teoria sotto un aspetto differentissimo. Poichè è chiaro che con questa idea la forza guida nella evoluzione non è più semplicemente la scelta naturale delle minute e fortuite variazioni che Darwin supponeva, ma una azione combinata dell'influenza diretta delle variazioni acquisite e la scelta di variazioni congenite casuali. Fu sentito da lungo tempo che la teoria dell'evoluzione per la selezione di mere variazioni fortuite presenta grandi difficoltà; e se fosse possibile trovare alcune forze più distintamente guidanti, scomparirebbero le più gravi difficoltà della scelta naturale. È per questa ragione che i Lamarckisti insistono sulle variazioni acquisite come la forza guida, e che altri sostengono che la variazione avviene lungo linee definite. Questo nuovo fattore della selezione organica tenta di mostrare che le variazioni acquisite, benchè non ereditate direttamente, forniscono questa forza guida, poichè conservano la vita dell'individuo adattandolo alle nuove condizioni finchè, dopo molte generazioni forse, apparirà qualche variazione congenita di carattere adatto.

Quanto al valore di questo nuovo fattore dell'evoluzione, è forse troppo presto per determinarlo. Naturalmente esso non spiega perchè le variazioni congenite appaiono in un animale, adattandolo alle condizioni

di vita che esso ha assunto. Dipende ancora dal caso, tuttavia concede maggior tempo perchè l'animale possa aspettare la variazione congenita. Esso non spiega perchè dopo la prima variazione favorevole nella giusta direzione, altre debbano seguire nella stessa direzione senza attendere lunghe generazioni. Infine la variazione organica deve dipendere dalla selezione delle variazioni casuali, poichè non offre spiegazione per alcuna forza che regoli l'apparizione delle variazioni ereditate. Il valore del Lamarckismo sta nel fatto che, anche se esso viene accettato quale fattore, spiega come le variazioni vengano ad avere carattere favorevole. Esso trova una relazione causale fra la azione dell'ambiente e le variazioni acquisite che si producono portandoci quindi ad *attendere* che queste variazioni siano utili. La selezione organica manca di questo elemento di forza, perchè, come il Weismannismo, deve dipendere dalla variazione casuale, prodotta forse da cambiamenti nell'ambiente o da unione sessuale, ma senza relazione diretta colle condizioni esterne. La selezione organica estende semplicemente il processo per un periodo più lungo, e rende più probabile che le variazioni adatte appaiono al tempo di essere utili.

Se ammettiamo come una forza questo fattore della selezione organica potremo chiedere quanto vasta ne sia la applicazione. È una forza come la scelta naturale che si applica ovunque, oppure è limitata, come gli effetti dell'uso e del non uso a certi organismi? In risposta a tale quesito appare chiaro che la sua influenza sarà più estesa che l'azione dell'uso e del non uso, e più che i limiti della coscienza. Dovunque appaiono variazioni acquisite trova applicazione la selezione organica. Ovunque l'ambiente, sia come cibo o clima o azione cosciente, produce modificazioni dirette sul corpo dell'animale o della pianta, queste variazioni acquisite

contribuiranno a conservare l'individuo finchè appaiano le variazioni congenite adatte. La selezione organica parrebbe quindi applicarsi ovunque l'ambiente produce una variazione adattativa diretta nel corpo di un individuo.

Basando così l'evoluzione sopra le variazioni acquisite ci sembra d'averla posta sopra un fondamento fermo, poichè le variazioni acquisite sono cose assai tangibili. Noi sentiamo di comprenderle meglio che le variazioni congenite. Ma se noi approfondiamo di più l'inchiesta troveremo che non abbiamo progredito di molto, per quanto concerne una comprensione dei veri processi vitali, quando consideriamo l'una serie di caratteri piuttosto che l'altra. Non è infatti più facile lo spiegare un carattere acquisito che una variazione congenita. Noi sappiamo che un muscolo cresce per l'uso e che la pelle s'imbruna per esposizione al sole tropicale, ma d'altra parte sappiamo pure che nascono individui con dita soprannumerarie. Ma l'una serie di fatti non la comprendiamo meglio dell'altra. Abbiamo sentito la necessità di qualche causa per le variazioni che appaiono ove sono necessarie e per le variazioni adattate alle condizioni. I Lamarckisti ne trovano la causa negli adattamenti che ogni organismo fa per accordarsi col proprio ambiente. Ma allora ci si presenta la domanda d'una spiegazione del come l'ambiente produca tale risultato sull'individuo, questione affatto indipendente dalla eredità. Perchè le modificazioni nell'ambiente producono nell'individuo variazioni che lo adattano all'ambiente stesso, piuttosto che variazioni svantaggiose? Perchè, ad esempio, l'uso della testa per cozzare provoca lo sviluppo delle ossa in corna? L'unica risposta a queste questioni è di ricorrere alle proprietà della materia vivente. È la natura della materia vivente di adattarsi al suo ambiente. Ma dicendo

questo ci siamo ritirati nelle regioni dell'incognito e non ci siamo per nulla avanzati nel tentativo di comprendere la vita. Una teoria che basa la evoluzione sui caratteri acquisiti, tanto come un'altra che la basi sui caratteri congeniti, deve ritirarsi nella posizione imprendibile delle ignote proprietà delle combinazioni vitali. Quindi, per quanto riguarda una comprensione reale della evoluzione, fa assai poca differenza che ammettiamo o non l'ereditarietà dei caratteri acquisiti. Noi non li comprendiamo meglio dei caratteri congeniti.

È tuttavia un fatto d'osservazione che le variazioni acquisite *sono* adattative e perciò possono aiutarci nel problema se vengono ereditate o se hanno l'influenza ammessa dalla teoria della selezione organica. Ma vi sono alcuni fatti che non sono riconducibili a questa teoria. Per esempio, l'uso dei denti li logora. Essi non sono, come i muscoli, aumentati dall'uso, ma *diminuiti*, specialmente nei punti ove l'attrito è più grande. Ora uno dei fatti più interessanti svelato dagli studi recenti è quello dello svolgersi graduale dei denti nei vertebrati. Fu dimostrato con uno studio esauriente che i tubercoli nei denti, come appaiono nei successivi vertebrati, sempre sorgono dove l'azione dei denti nel masticare è più forte. Queste modificazioni furono seguite in un grande numero di tipi e in tutte le direzioni lo sviluppo dei denti fu di ugual natura, cioè: l'apparizione in tipi posteriori di tubercoli nelle regioni ove era avvenuto il maggiore sforzo nelle età precedenti. Ma le variazioni acquisite non producono tubercoli dove vi è il maggiore attrito, ma piuttosto appiattiscono il dente e producono delle depressioni. Colle variazioni acquisite non si spiega quindi l'apparizione dei tubercoli nei punti di massimo logorio. Nè può aver maggior valore la selezione organica. Le va-

riazioni acquisite prodotte dal logorio dei denti ne diminuiscono anzi che accrescerne l'efficacia e quindi non possono servire a tenere gli individui vivi finchè insorgano le variazioni congenite adatte. Noi possiamo solo conservare qui la teoria facendo la supposizione che l'uso del dente giovane, mentre ancora cresce e prima di raggiungere la condizione adulta permanente, possa sviluppare dei tubercoli, come l'uso fa crescere i muscoli. Per questa supposizione non v'ha ancora conferma, e tanto la selezione organica che il Lamarckismo non riescono a spiegare questi casi.

La selezione organica deve senza dubbio essere considerata come un fattore nella evoluzione della specie. Ciò è ammesso da tutti. Nello studio della storia dell'uomo questo punto diventa di grande importanza, ma di ciò non possiamo occuparci qui. Ma è almeno assai dubbio se questo fattore debba considerarsi di tale portata da rovesciare gli ostacoli incontrati sulla via del Lamarckismo e del Weismannismo. È un fattore che getta luce in certe parti, ma non ovunque.

Teoria della Selezione Germinale di Weismann.

Accenneremo finalmente ad un'altra teoria del professor Weismann, che si sforza di rispondere alle difficoltà sollevate contro la sua prima teoria che basa l'evoluzione sopra la selezione naturale delle sole variazioni congenite. Considerando questa teoria torniamo una volta di più nelle regioni della speculazione pura. Non varrebbe quindi la pena di accennarvi se non fosse perchè implica un nuovo campo di variazione fra gli organismi, ed è per questo rispetto almeno suggestiva. Fin dal principio, noteremo di nuovo, abbiamo

veduto che il punto debole nella catena, quando si vuol costruire l'evoluzione delle specie con forze note, era la variazione. Che esistano le variazioni è un fatto patente, ma è ancora incerto quali cause le producano. La mescolanza dei plasmi germinativi fornisce una causa, ma incompleta. Gli effetti delle modificazioni nell'ambiente possono essere una causa, ma ciò è incerto ancora. Perchè variazioni simili appaiono ove e quando sono richieste, perchè seguono linee definite, per lunghi periodi di tempo, tutte queste questioni rimasero insolute. Ed è per rispondere ad alcune di queste difficoltà che Weismann ha immaginato una nuova teoria.

Egli comincia coll'ammettere francamente le difficoltà che s'oppongono alla selezione naturale quale viene concepita dai Neo-Darwinisti. Egli parla del diluvio di obiezioni sollevate contro la teoria della scelta che riguardano la sua attitudine a modificare parecchie parti ad un tempo. Riconosce che la somma delle variazioni accidentali è insufficiente per la trasformazione delle specie, ammettendo che, se ogni generazione fosse obbligata ad attendere una variazione casuale prima di progredire lungo una linea definita, l'evoluzione non arriverebbe mai a nulla. Egli sente quindi la necessità di qualche cosa che spieghi le variazioni "determinate". Egli sente che la forza delle difficoltà va divenendo così grande da spingere alcuni dei più giovani naturalisti ad abbandonare interamente la selezione naturale come forza causale, proclamando che richiedere di accettarla sarebbe come chiedere di abdicare alla ragione. Benchè Weismann non riconosca giusto che si abbandoni la selezione naturale, egli sente però che è necessario trovarle qualche sostegno pei suoi punti più deboli, altrimenti essa è in pericolo di venire abbandonata interamente. Ora

tale opinione appare troppo radicale, perchè la selezione naturale, nonostante i suoi punti deboli, persiste ancora come il fattore di azione più universale e finora scoperto, che regoli l'origine delle specie. È specialmente suggestivo che tali pericolose idee vengano ammesse da Weismann, che fu il principale sostenitore nei nostri tempi della scelta naturale e ha guidato la marcia ostile al Lamarckismo. Leggendo queste sue idee si è portati a credere che egli abbia voluto preparare e liberare la via alla nuova teoria che egli espone in aiuto della scelta naturale. Ad ogni modo le sue idee presenti sono queste.

Ciò che più fa bisogno per il sostegno della teoria della selezione è qualche principio per spiegare l'occorrenza di variazioni quando sono richieste, il che ha carattere di utilità. Se è possibile spiegare l'apparizione di variazioni utili là dove sono richieste, allora non proveremo più alcuna difficoltà a comprendere l'azione della selezione naturale. Per rispondere a questa domanda il Weismann estende il principio della selezione alle parti del plasma germinativo. Già prima il professore Roux aveva detto che si possono considerare le *cellule* che compongono un organismo come facenti una lotta fra di loro. Ogni cellula deve nutrirsi e crescere, come moltiplicarsi. La quantità di cibo e di spazio nel corpo è limitata, e quelle cellule che sono meglio equipaggiate si procureranno il cibo e caccieranno le altre di vita. Quindi nella cresciuta del corpo saranno conservate le qualità utili che appaiono nelle cellule, e l'adulto sarà formato di cellule selezionate con questo processo. Questa idea è quindi la scelta naturale applicata alle cellule nell'individuo, invece che agli individui.

Ora Weismann si serve dello stesso principio, trasportandolo al plasma germinativo. Ma tutta la que-

stione è pura ipotesi, che non avrebbe ricevuta alcuna attenzione se non fosse venuta da Weismann. Egli tentò di rappresentarci la struttura interna del plasma germinativo. Questa struttura naturalmente è completamente fuori del limite a cui giunge il microscopio, e quindi deve essere interamente fabbricata colla immaginazione. Non vi è quindi ragione alcuna per credere che la struttura supposta da Weismann sia qualche cosa di più che immaginazione. Ma essa gli serve di base per tentare di spiegare la variazione. Egli suppone che il plasma germinativo sia fatto di elementi ultimi combinati in gruppi, e questi gruppi in altri di secondo ordine. Ad ogni gruppo ha dato un nome: *biofori*, *determinanti*, *idi*, *idanti*. Ma di tutto ciò non abbiamo bisogno di occuparci. Egli suppone inoltre che alcuni di questi gruppi, che chiama determinanti, regolano lo sviluppo di organi definiti; un determinante ad esempio regola lo sviluppo del dito medio del piede, e altri regolano quello delle altre dita, mentre un gruppo più complesso regola lo sviluppo della zampa nel suo insieme. Ora, secondo che questi gruppi speciali sono vigorosi o deboli, l'organo che essi svilupperanno sarà forte o debole, poichè il carattere del determinante regola quello dell'organo quando l'animale viene a maturità. Ma il plasma germinativo negli organi riproduttori cresce di massa e perciò richiede alimento. Weismann considera ogni determinante come indipendente e bisognoso d'alimento per crescere regolarmente. Egli dice che vi è una lotta per l'alimento fra questi determinanti, come vi è fra le cellule del corpo fra i differenti individui di una specie. I determinanti più forti ottengono maggior cibo. Se hanno uguale vigore, ciascuno prenderà una parte giusta di alimento e tutti si svilupperanno ugualmente. Weismann pensa di poter spiegare la variazione lungo linee

definite con questa lotta dei determinanti. Immaginiamo per esempio che, quale risultato di qualche mescolanza di plasma germinativo, si formi un uovo col determinante del dito medio un poco più vigoroso che quelli delle altre quattro dita. Tale uovo si svilupperebbe naturalmente in un individuo col dito medio ingrossato, il quale individuo, se il dito medio fosse vantaggioso, verrebbe conservato dalla scelta naturale e produrrebbe dei discendenti. In ciò non vi è nulla di specialmente nuovo. Ma Weismann prosegue dicendo che, mentre si vanno sviluppando gli organi riproduttori della generazione seguente, il determinante del dito medio ha fin dal principio un vantaggio nell'essere più vigoroso, e nella lotta cogli altri determinanti esso si procurerà più della sua parte di alimento. Ciò avrà per risultato la sua cresciuta in massa alle spese degli altri quattro determinanti. Se quindi immaginiamo che questa lotta prosegua durante lo sviluppo dell'individuo ne seguirà che al tempo che l'uovo seguente è pronto per lo sviluppo, il determinante del dito medio avrà distanziato i suoi competitori e sarà divenuto ancora più vigoroso. Perciò la generazione seguente avrà un dito medio più grosso della generazione precedente, mentre le altre dita saranno ancora più piccole. In altre parole la generazione seguente offrirà la particolarità della precedente ancora più sviluppata. Ma la stessa lotta continua nella generazione che segue, e il determinante del dito medio ha un vantaggio sempre maggiore sugli altri. Quindi appena il determinante di un dito diviene alquanto più vigoroso che i suoi rivali, dobbiamo aspettarci nelle successive generazioni di trovare il carattere sempre più fortemente impresso. Naturalmente se questa particolarità fosse svantaggiosa agli individui, questi verrebbero eliminati dalla selezione naturale, mentre se è utile essi verranno pro-

tetti dalla stessa forza. Quindi finchè questa particolarità continua ad essere di vantaggio, essa crescerà di generazione in generazione. Così la scelta naturale degli individui non avrebbero bisogno di attendere che una variazione casuale faccia la sua apparizione, e poi di aspettare per un'altra lunga serie di anni che una seconda variazione appaia nella stessa direzione. Le variazioni tenderanno ad apparire nelle generazioni successive lungo linee definite, e, colla scelta naturale che conserva gli individui, il processo dell'evoluzione seguirà linee definite per una lunga serie di anni.

In questi principi abbiamo un modo per rispondere ad una delle più serie difficoltà per la scelta naturale. Si può supporre che la selezione naturale conserva una variazione fortuita favorevole. Ma dopo questo primo passo, in conformità colla sola teoria della selezione naturale, vi dovrebbe essere una lunga pausa prima che insorga un'altra variazione nella stessa direzione, perchè se le variazioni sono fortuite esse avvengono in tutte le direzioni, e non è probabile che seguano la stessa linea per successive generazioni. Dopo aver conservato il primo passo nella direzione di un dito medio aumentato, sarà necessario attendere per un tempo assai lungo prima che appaia una variazione della stessa natura e di valore sufficiente ad essere conservata per selezione naturale. Nel frattempo altre variazioni in altre direzioni possono intervenire a contrastare il processo. Ma col nuovo concetto di Weismann le variazioni richieste si susseguono l'una all'altra rapidamente. La selezione del primo passo nella giusta direzione conserverà quegli individui nei quali il determinante del dito medio aveva un vantaggio fin dal principio, vantaggio che verrà accresciuto come conseguenza della lotta fra i determinanti generali per l'alimento. Una volta iniziata la linea, proseguirà di

generazione in generazione nella stessa direzione. La scelta naturale degli individui inizia il processo, ma la *selezione germinale*, come la chiama Weismann, la continua e l'accresce. Qui troviamo una spiegazione del come le successive generazioni varino nella stessa direzione. Ciò fornisce anche una spiegazione dell'apparizione simultanea di molte variazioni adattate. Può essere, per esempio, che non fosse stato solo il determinante del dito medio che avesse avuto un vantaggio su quelli delle altre dita, ma che il determinante della gamba intera e del braccio fosse stato più vigoroso di quelli di altre parti del corpo. Ciò produrrebbe variazioni corrispondenti in tutta la appendice, e le generazioni successive avrebbero gambe e braccia modificate in direzioni definite. Qui anche troviamo una spiegazione della scomparsa di organi che non sono necessari. Negli animali delle caverne, ad esempio, i determinanti degli occhi possono essere sopraffatti nella lotta dai loro rivali che regolano lo sviluppo di altri organi di senso. La scelta naturale conserverà naturalmente quegli individui che hanno gli altri sensi specialmente ben sviluppati, e nelle generazioni seguenti i determinanti degli occhi saranno distrutti dagli altri, e gli occhi perciò scompariranno. In breve, Weismann pensa che questa nuova idea fornisce esattamente quella forza che si richiede per governare le variazioni e per spiegare la variazione lungo linee definite e dove sono richieste.

Weismann considera la sua teoria come una semplice applicazione della selezione naturale. Egli dice che finora questa legge era stata applicata solo alla scelta degli individui. Roux la estende alla scelta delle cellule del corpo, suggerendo che lo sviluppo del corpo dall'uovo è influenzato dalla selezione delle cellule più vigorose a spese delle meno vigorose. Weismann ora la estende alla selezione delle differenti unità nel plasma

germinativo. Così facendo egli fa influire la selezione sulle generazioni seguenti, le variazioni apparendo così come congenite e fornendo in tal modo il materiale su cui agisce la selezione naturale degli individui. Quindi tutto il problema dell'evoluzione è un problema di selezione. La selezione dei determinanti germinali regola le variazioni congenite delle generazioni successive. La selezione nelle cellule del corpo regola lo sviluppo dell'individuo dall'uovo, e la selezione negli individui determina quali fra i tipi rimarranno a continuare il processo negli anni seguenti.

Critica della Selezione Germinale.

Ci fermeremo brevemente sopra questa teoria. In primo luogo è discutibile se essa possa propriamente esser chiamata una estensione di quella della selezione naturale. La selezione naturale è il risultato di una lotta che viene da una sopraproduzione. Essa ha per risultato l'eliminazione senza prole di quelle stirpi che non rispondono alle condizioni. L'estermio dell'inadatto è la sua essenza. Questa nuova idea della selezione germinale non è basata sulla sopraproduzione né i determinanti inadatti vengono sterminati. Non vi è quindi selezione nel senso che tale parola ha in "selezione naturale". La selezione germinale è semplicemente vigore accresciuto risultante da buona o povera nutrizione.

Mà naturalmente la critica principale di questa nuova teoria è che essa è interamente immaginaria, e che nessuna prova può essere portata in suo sostegno, e nemmeno pare probabile che si possa mai addurne. Non vi è alcuna evidenza che la sostanza germinativa

sia così divisa in gruppi, nessuna evidenza che esistano determinanti nel senso di Weismann. Non vi è evidenza che tali determinanti, se esistono, siano in lotta fra loro. Tutto il sistema, dal principio alla fine, è basato sopra supposizioni immaginarie, è pura ipotesi senza sostegno in fatti sostanziali. Weismann coll'uso dell'immaginazione, ha costruito una struttura ingegnosa del suo plasma germinativo, e poi immaginato che le parti della sua supposta struttura agiscano in un certo modo. Naturalmente nessuno può accettare seriamente questa struttura immaginaria, e non possiamo credere che Weismann abbia portato un contributo alla soluzione del problema della origine delle specie con questa sua lunga serie di supposizioni ipotetiche.

Noi non possiamo invero riporre molta confidenza nelle speculazioni che trattano di "plasmî". Bisogna però notare che Weismann non è il solo biologo che abbia tentato di ricostruire la immaginaria struttura del protoplasma e del plasma germinativo, perchè molti altri si sono assunti lo stesso compito. Si sostiene che tali tentativi sono giustificati dalla teoria atomica dei chimici. I chimici non hanno mai veduto nè gli atomi nè le molecole, ma il mondo riconosce la forza della teoria atomica. Così in biologia possiamo essere obbligati a riconoscere unità ultime e forse a costruire qualche immaginaria struttura del protoplasma che corrisponda alle formule costrutte dall'immaginazione dei chimici. Ora, benchè questo possa essere vero, è certo che l'argomento non ha ancora progredito abbastanza per richiedere più che un interesse transitorio. La teoria atomica certo è ampiamente confermata dall'osservazione e dall'esperienza. Le teorie dell'architettura del plasma germinativo non ricevettero ancora alcuna verifica, ed esistono semplicemente nella mente dei biologi. Inoltre, anche dal punto di vista

della pura ipotesi, le teorie di Weismann sono state severamente criticate. Gli stessi studiosi di Weismann ritengono la sua teoria insostenibile per parecchi rispetti, perchè la trovano contraddetta dall'osservazione. La struttura del plasma germinativo immaginata da Weismann ha avuto la maggior parte dei suoi fondamenti strappati di sotto nei pochi anni di studio ai quali fu assoggettata.

In ogni modo si deve riconoscere che non abbiamo avanzato di molto nell'esplicazione della origine delle specie se dobbiamo basarci puramente sopra proprietà immaginarie di unità puramente immaginarie di vita. Se si potesse mostrare che questa teoria della selezione germinale rappresenta una verità, essa avrebbe un valore grande spiegando la variazione lungo linee definite, rispondendo così ad alcune fra le più serie difficoltà opposte ai primi concetti della scelta naturale. Come le cose stanno oggi possiamo solo dire che il valore della teoria sta semplicemente nel suggerire che il nutrimento di una parte del plasma germinativo, accrescendone il vigore e privando le parti vicine di nutrimento sufficiente, può tendere a produrre effetti accumulativi nelle generazioni successive. Se consideriamo che il nutrimento di una parte del corpo influisca sulle generazioni successive, avremo l'eredità delle variazioni acquisite, colle sue difficoltà. Weismann invece evita questa conclusione che egli crede inconcepibile, supponendo che l'effetto sia prodotto dal nutrimento non della parte del corpo ma del germiplasma che ne regola lo sviluppo nelle generazioni seguenti. Ciò non ha alcun rapporto coll'uso dell'organo da parte dell'individuo, ma soltanto colla relazione delle parti lottanti fra loro nel plasma germinativo, e i risultati possono essere o non essere paralleli agli effetti dell'uso e del non uso. Ma tutto ciò è troppo imma-

ginario per darci la sensazione di avere afferrato una nuova verità formulando questa nuova ipotesi. Se nel futuro riusciremo a costruire una architettura del plasma germinativo così ben fondata come quella della molecola chimica, senza dubbio nuove verità verranno scoperte. Ma tale struttura deve venire come risultato dello studio dei fatti della natura e non da puro sforzo dell'immaginazione.

Riassunto..

Le teorie supplementari tracciate in questo capitolo in aiuto della scelta naturale sono dirette ciascuna a rispondere ad una classe differente di difficoltà, che, come abbiamo veduto, sono divenute assai serie. La teoria dell'isolamento è diretta a rispondere alle difficoltà che s'incontrano cercando di comprendere la evoluzione divergente. Il processo per le medie, mentre supera molte difficoltà opposte alla selezione naturale, non offre possibilità per l'evoluzione divergente, e ogni tentativo per derivare da esso la evoluzione divergente incontra un insormontabile ostacolo nella eliminazione per incrociamiento. La serie delle forze che tendono a segregare i gruppi di individui a sè, per quanto riguarda la riproduzione, offre un mezzo per comprendere la divergenza. L'isolamento o segregazione, diventa così un fattore preminente d'evoluzione. Noi possiamo quasi giungere alla conclusione che ogni specie deve il suo punto di partenza all'isolamento di un gruppo dei suoi antenati dall'incrociamiento cogli altri membri della specie, producendosi così due o più linee di discendenza. L'isolamento ha agito così insieme con altre forze a spiegare l'origine delle specie. Il fattore sug-

gerito viene riconosciuto da tutte le scuole come assai probabilmente reale, e molto esso ha fatto per chiarire i concetti sull'origine reale delle specie.

La seconda teoria è rivolta specialmente a rispondere alle difficoltà della variazione determinata, e a mostrare come l'evoluzione segua linee definite parallele alle variazioni acquisite, anche se si ammette che tali variazioni non vengono ereditate e che le variazioni congenite sono fortuite. Ciò avviene semplicemente dando alla specie un tempo più lungo per attendere la variazione congenita favorevole, mentre le variazioni servono temporaneamente nell'intervallo allo scopo, sviluppandosi nuovamente nelle varie generazioni. Essa indica che parecchi dei caratteri degli organismi sono veramente acquisiti e che i caratteri congeniti stessi, forse, formano una parte più piccola del corredo specifico di quanto fu supposto. In ogni modo i caratteri acquisiti hanno rappresentato una parte molto importante nella evoluzione degli animali dirigendo il corso della discendenza, anche se non ereditari. I caratteri acquisiti proteggono gli individui mentre attendono l'apparizione, per variazione fortuita, dei caratteri congeniti di sufficiente valore per l'azione della selezione naturale.

Non si può dubitare che queste due teorie sono contributi importanti al problema della evoluzione organica. In riguardo alla questione discussa se siano parte della scelta naturale e quindi vadano incluse nel Darwinismo, noi non tenteremo di decidere. Esse certamente rappresentano facce dal problema non riconosciute che da poco, e devono quindi essere contate come contributi reali al problema dell'evoluzione.

Quanto all'ultima teoria tratteggiata in questo capitolo poco basta dire. Essa è puramente immaginaria e nulla aggiunge alla conoscenza. È interessante perchè

viene da Weismann e può aver valore perchè suggerisce l'idea che il plasma germinativo può essere soggetto a variazioni indipendenti dal corpo che lo custodisce. All'infuori di ciò non possiamo considerarla seriamente, benchè si debba riconoscere che, ove la accettassimo per vera, risolverebbe la maggior parte dei difficili problemi lasciati insoluti dalla scelta naturale.



CAPITOLO VIII.

Nuovi indirizzi di ricerca. Variazione.

È evidente che la discussione del metodo dell'evoluzione, quale fu delineata nei capitoli precedenti, fu quasi interamente teorica. Fu un bilanciare di teoria contro teoria, di supposizione contro supposizione, di ipotesi contro ipotesi. Certo ogni teoria è basata su fatti osservati. Ma la quantità delle ipotesi è diventata maggiore col passare degli anni di discussione, finchè abbiamo nell'ultima teoria di Weismann raggiunto la immaginazione pura non verificata dal fatto. Ci rimane ora a considerare ciò che si sta facendo per raccogliere osservazioni dirette di fatti che abbiano rapporto colla teoria dell'evoluzione.

Quando consideriamo queste teorie insieme siamo confusi dalle loro affermazioni e contro-affermazioni. Gli avvocati di una teoria mettono innanzi quelli che sembrano argomenti inconfutabili, ma a loro rispondono gli avversari con risposte che paiono ugualmente soddisfacenti. Ogni esempio portato dai Lamarckisti riceve dai Weismannisti una spiegazione senza l'aiuto del fattore lamarckista. Gli avvocati di queste teorie si

gettano l'un l'altro delle probabilità e continuano a discutere l'argomento in un circolo quasi infinito di teoria e di speculazione. Questo è specialmente vero per la discussione delle due teorie principali. Ciascuna ha messo i suoi rivali in pessima luce e ciascuna spiega ogni cosa a sua soddisfazione. Quando noi riduciamo la materia ai suoi termini più semplici, il risultato appare essenzialmente questo: che finora la questione è un bilancio di probabilità. Quando l'uno dei gruppi dice che un carattere come l'angolo particolare che fanno i rami dei vasi sanguigni, caratteristica costante in certi tipi, è inconcepibile che sia stato sviluppato dalla scelta naturale di variazioni congenite, il che importava la distruzione degli individui che non avevano proprio quell'angolo preciso, e che l'altra parte dice che è perfettamente concepibile, poichè noi non sappiamo quali esigenze abbiano determinata la lotta per l'esistenza dell'animale, non vi è alcun modo di decidere. Quando si sostiene da un lato che molti caratteri specifici non sono, non possono essere utili e non potrebbero quindi essere stati sviluppati dalla selezione naturale, e dall'altro lato si sostiene che noi non sappiamo abbastanza sugli animali in natura per permetterci la conclusione che un carattere può essere di non grande utilità, è chiaro che non possiamo andare avanti in questa direzione colla semplice discussione.

Naturalmente sorse fra gli scienziati un poco di disgusto per queste sterili dispute. Negli ultimi anni specialmente i più giovani naturalisti hanno in gran parte abbandonato questi argomenti teorici come quelli che promettevano poco progresso. Essi cessarono di discutere l'evoluzione, poichè ritengono dimostrata la teoria generale, ma pensano che abbiamo finora dei dati insufficienti per determinare l'origine delle

specie. Essi si volgono più direttamente alla natura per vedere se l'osservazione non possa fornire una risposta ove la discussione è venuta meno. I giovani credono che la questione di Weismannismo o di Lamarckismo si deciderà di per sé coll'accumularsi delle osservazioni. Alcuni vanno fino a respingere le due teorie, perchè non sono provate, e altri considerano futile cosa il continuare la discussione. Vi è un sentimento generale che ben poco di più si può ottenere da una ulteriore discussione di tali problemi teorici, per quante ipotesi subordinate si portino in aiuto. Se dobbiamo progredire ed apprendere di più intorno alle forze reali che producono l'origine delle specie non sarà per altre discussioni sulle probabilità di questa o di quell'altra teoria. Tali discussioni rappresentano lo spirito di ieri più che lo spirito d'oggi. Oggi ci troviamo di fronte una forte domanda di ricerche in natura per determinare coll'osservazione, se è possibile esattamente, *come le specie vanno modificandosi intorno a noi*, piuttosto che di continuare la discussione sul modo con cui noi possiamo immaginare che si siano prodotte.

Non si deve supporre tuttavia che ciò deprezzi il grande valore della discussione che seguì all'enunciazione darwiniana della legge della selezione naturale, benchè alcuni biologi sostengano che Darwin ha ritardata la scienza. Questa discussione era una necessità ed era invero il solo progresso allora possibile. I naturalisti non potevano farsi un'idea del modo di condurre la ricerca finchè le loro idee sulla natura non si fossero orientate e modellate nella discussione. Venticinque anni fa essi sarebbero stati in cattive condizioni per studiare la evoluzione delle specie dall'osservazione propria. La discussione fattasi era necessaria, prima per porre l'idea della evoluzione sopra

una base ferma, e in secondo luogo per presentarci i veri problemi che richiedevano studio. Nessuno porrà in dubbio che lo studio della natura fu eccezionalmente stimolato dalla discussione sopra i problemi teorici che nascevano intorno alla selezione naturale. Ma nondimeno sentiamo che abbiamo proceduto per questa via fin dove v'era una promessa di risultato. Il nuovo progresso si farà raccogliendo maggiori informazioni dalla natura e non sviluppando teorie.

Non è facile determinare il modo preciso col quale si deve studiare questo problema. Apparve che l'argomento può essere attaccato da due punti differenti, ciascuno dei quali attrasse i suoi studiosi. Dalle discussioni svoltesi prima apparve evidente che il segreto dell'origine delle specie deve stare nella questione della variazione e che questa, insieme colla eredità, dev'essere basata sulle proprietà della sostanza vitale. La variazione e le proprietà del protoplasma offrono quindi i campi più promettenti, e in queste due direzioni lo studioso moderno rivolge la sua attenzione.

Studi sulla variazione.

Le variazioni sono state materia importantissima di studio dacchè Darwin ne segnalò l'importanza e apportò il contributo della sua monumentale serie di osservazioni sull'argomento. Dal tempo della pubblicazione della teoria di Darwin della selezione naturale l'interesse generale per gli aspetti teorici della questione, e il fascino di studi come l'embriologia, portò a trascurare il compito monotono e piuttosto privo d'interesse di raccogliere e studiare le variazioni come

si trovano in natura. Ma la convinzione gradualmente crescente che nel problema della variazione si deve trovare la chiave del metodo dell'evoluzione ha finalmente condotto al rinnovato studio sistematico delle variazioni come avvengono in natura negli animali e nelle piante. Oggi vi è un grande numero di studiosi che seguono pazientemente questo compito piuttosto difficile. Ritorniamo così a considerare meglio alcuni dei punti accennati nel capitolo terzo.

Il compito è difficile; non perchè sia difficile ottenere dati, ma piuttosto per l'abbondanza di questi dati. Variazioni si trovano ovunque, ma la difficoltà è di trovare un metodo di studio che insegni delle conclusioni di qualche significato. Vi è poco significato ora in una raccolta di esempi di variazioni fra gl'individui di una specie. Tale raccolta potrebbe riempire dei volumi e potrebbe essere continuata quasi indefinitamente, perchè è più frequente la variazione che l'aderenza al tipo specifico. Ma tale raccolta sarebbe semplicemente inutile. È solo quando queste variazioni vengono studiate nella loro relazione con certe leggi o certi fatti generali che cominciano ad assumere un significato. Una raccolta di fatti non è uno studio di variazione. Il naturalista che contribuisce realmente al sapere è quello che apprende le leggi in relazione colla loro manifestazione. Accenneremo brevemente ad alcuni dei migliori metodi di studio.

Variazioni attorno ad una media.

Questo argomento, benchè d'importanza estrema, non richiede che di essere brevemente accennato, poichè fu già considerato in un capitolo precedente.

Lo studio di questa variazione è assai laborioso, poichè richiede la misurazione accurata e la comparazione di migliaia d'individui. Ma poichè abbiamo appreso che, in generale, possiamo ammettere che la evoluzione avvenga per conservazione d'individui sopra o sotto la media per rispetto allo sviluppo degli organi, tali studi sulla variazione hanno la massima importanza. Essi già mostrano che fra gl'individui ordinari i distacchi dalla media avvengono con non piccola estensione, e sono certo sufficienti per aver valore selettivo, purchè abbia importanza per l'individuo l'aumentare o il diminuire l'efficacia di un organo. Si trovò, per esempio, che nella lunghezza delle ali degli uccelli vi è precisamente quel genere di allontanamento dalla media necessario a provvedere un allungamento dell'ala, se questo fosse vantaggioso. Alcuni uccelli hanno ali più lunghe, altri più corte della media, e non è quindi necessaria alcuna variazione determinata per spiegar ciò. Se nella lotta per l'esistenza le ali lunghe sono più utili di quelle brevi, e se questa lotta è severa, ne consegue che morrà un maggior numero di uccelli con ali corte, e la generazione seguente deriverà quindi dai sopravvissuti che avevano le ali più lunghe. Se perciò queste variazioni sono congenite, ne segue che la generazione seguente avrà ali più lunghe per rapporto alla media dell'ultima generazione. In altre parole, questi studi sulla variazione mostrano esattamente la condizione di cose negli animali e nelle piante che porta alla scelta naturale sul principio delle medie.

Si deve notare tuttavia che questa conclusione suppone che le variazioni siano congenite e non acquisite. Ma ciò non è affatto il caso. Finora non fu trovato un mezzo soddisfacente per distinguere fra queste due classi di variazione. Per questa ragione le conclusioni

di questi studi statistici sulla variazione perdono molto del loro significato. Questo fatto non è di solito considerato da quelli che vanno raccogliendo i dati sulla variazione. Essi di solito raccolgono e classificano i fatti nella supposizione che raccolgono materiali per lo studio dell'evoluzione, ma senza considerare che molte delle loro variazioni possono essere individuali e non ereditarie, e quindi non hanno nulla a che fare col problema dell'origine dei caratteri innati della specie. Riconoscendo quanto gl'individui vengano modificati profondamente dall'ambiente, è chiaro che parecchie o moltissime di queste piccole differenze fra gl'individui siano dovute semplicemente alle condizioni della loro vita, e, se è così, esse non forniscono i dati per la scelta naturale com'era stato supposto. Questo catalogare gli allontanamenti da una media non riesce a provare che vi sia alcuna variazione congenita. Per quanto sappiamo, gl'individui possono ereditare praticamente nature ugualmente plastiche, e queste variazioni essere dovute all'azione diretta dell'ambiente sull'individuo.

Risultati alquanto suggestivi vennero raccolti comparando le variazioni in grandi numeri d'individui giovani con quelle degli adulti della stessa specie. I giovani si vedono in alcuni casi allontanarsi di più dal tipo medio che non gli adulti. Ciò si pensa indichi che, essendo gli animali distrutti nella loro lotta per la vita, vengano eliminati quelli che si allontanano di più dal tipo medio, lasciando infine quelli che si allontanano meno, conclusione certo in accordo col concetto teorico che la selezione naturale distrugge le forme estreme. Quelle misure particolari, che furono fatte da Weldon sui granchi, hanno dato un altro risultato importante. Quando si paragonano le misure dei vari anni si trova che il tipo normale cambia ra-

pidamente. Misure fatte ad intervalli di soli due o tre anni mostrano un cambiamento assai marcato del tipo normale. Il cambiamento in questo caso particolare si trovò dovuto all'aumento della fangosità nell'acqua, ed è particolarmente interessante perchè mostra tre cose: Prima, che cambiamenti nelle condizioni producono un cambiamento nel tipo normale di una specie. Seconda, che il cambiamento di tipo di una specie procede per la selezione non di poche variazioni favorevoli, ma pel muoversi di tutto il gruppo di animali lungo una linea definita, come avverrebbe secondo il principio della selezione delle medie. Terza, che le specie cambiano realmente con grande rapidità quando le condizioni lo richiedono, non domandando le migliaia di anni che i naturalisti hanno supposto, ma cambiando sotto i nostri occhi, se vogliamo prenderci il disturbo di studiarle nel modo adatto. L'importanza di questa conclusione non può essere esagerata in vista di ciò che tante volte si sostenne che non vi fu un tempo sufficiente dall'apparizione della vita sulla terra per dar ragione dell'origine degli animali e delle piante attuali per evoluzione.

Relazione delle variazioni coll'ambiente.

Questo argomento è certo di grandissima importanza perchè indica se le forze dell'evoluzione sono soprattutto interne, come crede Weismann, o esterne, come ammettono i Lamarekisti. Vi sono parecchi metodi di studiare il soggetto. In primo luogo possiamo studiare gli effetti prodotti da cambiamenti manifesti nelle condizioni naturali. Per esempio, se un animale viene introdotto in un nuovo paese ove le condizioni

della sua lotta per l'esistenza siano cambiate, si presenta un gran campo per lo studio della variazione. Un confronto di esemplari del passero europeo introdotto in America offre una opportunità per lo studio della stessa specie in condizioni differenti. Gli animali e le piante nelle isole oceaniche sono quasi sottratti alla lotta ordinaria per l'esistenza e presentano argomenti favorevoli di studio. Nelle piante l'opportunità è più grande perchè gli orticoltori possono cambiare così facilmente le condizioni in cui cresce una pianta, e le variazioni nelle nuove condizioni offrono un fertile campo di studi. Questi tentativi di associare le variazioni alle condizioni esterne hanno evidentemente molto maggior significato che il semplice studio delle forme e delle dimensioni delle parti degli animali, ed hanno maggior probabilità di condurre a risultati profittevoli, poichè offrono delle osservazioni che possono portare a scoprire le cause delle variazioni.

Benchè questo genere di ricerca sia nuovo, ne appaiono già alcune importanti conclusioni. Tali studi sembrano sulla via di dimostrare che le variazioni dipendono dalle condizioni. Quando le condizioni cambiano, siano esse di cibo o di clima, o quelle associate alla lotta per l'esistenza, insorgono modificazioni negli organismi. Sembra anche che in alcuni casi, almeno nelle piante, queste variazioni siano trasmesse per eredità e divengano quindi congenite. Parecchie sono però semplicemente acquisite da ogni generazione quale risultato d'influenze uguali agenti sugli animali nelle successive generazioni. In generale i risultati ottenuti finora tendono a sostenere l'idea che una delle cause di variazione va trovata nell'ambiente, e non soltanto in mescolanze casuali di plasmi germinativi. Quanto più stretto è il rapporto trovato fra i cambiamenti dell'ambiente e le modificazioni degli orga-

nismi, tanto più chiaro è che si devono attribuire in parte all'ambiente le variazioni negli animali.

La questione della relazione delle variazioni colle condizioni esterne è di tale importanza che richiede di essere considerata da vari punti di vista. Questo argomento fu portato innanzi specialmente dai naturalisti americani, e fu specialmente lo studio dei fossili che forzò la nostra attenzione. La grande raccolta di mammiferi fossili dei musei americani rese possibile lo studio dell'evoluzione nei grossi animali quasi passo a passo, e convinse i paleontologi che delle forze esterne, forse i fattori lamarckiani, hanno avuta una parte importante nella storia. In ogni modo i risultati sono curiosamente interessanti. Essi mostrano quanto meravigliosamente le varie parti dello scheletro, poichè lo scheletro fu specialmente studiato, si vennero adattando all'azione di forze meccaniche. Articolazioni deboli si vennero rinforzando per lo sviluppo di ossa interarticolari. Ossa lisce divennero provviste di creste e di solchi dove si sfregavano insieme, in modo da produrre giunture articolate. Parti che cessarono di essere usate divennero piccole e poi scomparvero, mentre altri organi si svilupparono ove si richiesero speciali sforzi. I denti svilupparono tubercoli e depressioni nei punti corrispondenti al lavoro. La colonna vertebrale del vertebrato primitivo che non era in origine divisa in segmenti, divenne spezzata nel numero esatto di segmenti che si produrrebbero per la flessione meccanica del corpo da un lato all'altro. E così via per tutta la serie. Molto chiaramente fu mostrato che le numerose modificazioni che apparvero nello sviluppo degli animali nelle epoche geologiche recenti sono proprio quelle che sarebbero risultate dall'effetto diretto delle azioni dell'animale, se si potesse supporre che gli effetti di queste azioni

fossero ereditarie. Se, per esempio, un animale con un asse indiviso nel dorso piegasse il suo corpo da un lato all'altro, come facevano i primi pesci nel nuotare, questo movimento tenderebbe a spezzare l'asse in sezioni, e se si depositasse sostanza ossea nelle sezioni, rimanendo inossificate le giunture fra le sezioni per rendere il movimento possibile, si produrrebbero vertebre quasi uguali a quelle che si trovano nei primi tipi di vertebrati. Questi naturalisti hanno ingegnosamente mostrato come nelle varie parti del corpo l'influenza di legami e di stiramenti sullo scheletro produrrebbe esattamente lo stesso corso di sviluppo che fu tracciato nelle età successive nello sviluppo dei mammiferi. La evoluzione dello scheletro dei vertebrati si svolse senza alcun dubbio lungo linee parallele a quei caratteri acquisiti che avrebbero risultato dall'uso e dal non uso.

È inutile dare maggiori particolari, perchè l'insegnamento che se ne ricaverebbe da tutti è uguale a quello che si ricava da ciascun esempio. La questione non è intorno all'esistenza di tali fatti, ma intorno al loro significato. Quelli che raccolsero i dati hanno generalmente pensato che essi rappresentassero una serie di esempi nei quali le condizioni esterne hanno prodotto le variazioni che determinarono l'evoluzione. Superficialmente certo sembra così. Che proprio questi caratteri si producano nell'individuo per l'uso e il non uso, è ovunque riconosciuto. Che alcuni di essi siano ora veramente congeniti, e non prodotti in ogni individuo indipendentemente come variazioni acquisite, è provato dal fatto che essi si sviluppino nell'embrione prima che vi sia ogni opportunità per lo sviluppo di variazioni per uso o non uso. Qualunque ne sia stata la causa originaria, ora questi caratteri sono ereditari. Tutta la serie di questi caratteri diviene

quindi intelligibile ammettendo l'eredità dei caratteri acquisiti. Ma il concludere che essi ebbero origine dagli effetti dell'uso e del non uso non è strettamente logico. I Weismannisti non sono ciechi ai fatti, ma li spiegano interamente colla scelta naturale. Essi ammettono invero che tali caratteri possono essere stati acquistati dagli individui, ma se lo furono, non vennero ereditati. Essi ci dicono che ognuno di questi caratteri che si fissò come parte dell'eredità della razza s'iniziò come variazione nel plasma germinativo. Tali variazioni erano naturalmente fortuite, ma furono fin dal principio congenite. Le variazioni congenite che non si adattavano ai movimenti del corpo vennero distrutte dalla selezione naturale. Quindi solo i tipi adattati si conservarono. Fu senza dubbio un vantaggio per gli animali quello di avere le loro parti scheletriche adattate a facile movimento e quindi tutte le variazioni in questo senso vennero conservate. Animali con colonna che non aveva tendenza a dividersi in vertebre non potevano nuotare, e venivano quindi sterminati. Noi possiamo supporre che avvenissero sempre variazioni congenite toccanti la forma delle ossa, e naturalmente si conservarono quelle che davano le articolazioni più forti, il movimento più libero, ecc. La scelta naturale conserverà quindi il tipo meglio adatto alle condizioni. Questo tipo sarà affatto simile a quello che sarebbe risultato dai caratteri acquisiti. Le variazioni congenite, da scegliere, possono essere state simili alle variazioni acquisite, ma le une non possono produrre le altre. In altri termini, la scelta naturale avrà eliminato gl'individui il cui scheletro non era costruito sopra buoni principi meccanici, e non è quindi sorprendente che quelli che sopravvissero avessero le parti costrutte sopra un piano che sembra sviluppato dalle azioni stesse degli animali.

In breve, non è chiaro che lo studio dello sviluppo degli animali attraverso le epoche geologiche dia qualche luce sulla origine delle variazioni o sulla loro relazione coll'ambiente. Noi possiamo rintracciare coi fossili una sequela di forme, e trovarle parallele coi risultati che conseguirebbero all'uso e al non uso, ma non ne segue che le variazioni originali che produssero questa serie di forme siano venute da tale causa. I paleontologi studiano *serie di tipi*, non le *origini delle variazioni*. La scuola weismannista è libera di sostenere che tutte queste variazioni si produssero in origine non per l'azione dell'ambiente sull'individuo, ma per cause incognite, e furono semplicemente conservate dalla selezione naturale. I paleontologi studiano lo sviluppo di tipo che tocca la razza, non l'argomento delle variazioni che tocca l'individuo.

Prove sperimentali.

È chiaro che il campo più promettente di ricerca sulla variazione dev'essere quello sperimentale. Non è difficile mettere degli organismi in condizioni modificate, e, specialmente cogli animali che si riproducono rapidamente, continuare queste condizioni per parecchie generazioni. Tali serie di osservazioni potranno col tempo determinare se i cambiamenti nelle condizioni affettano realmente o non i caratteri ereditari. Ciò fu fatto per lungo tempo dai botanici, per questo scopo o per altro, col risultato di convincerli che tali modificazioni delle condizioni producono variazioni nell'individuo che possono essere seguite da variazioni simili nelle generazioni successive. I pomidori, per es., allevati in suolo povero per poche generazioni, diven-

gono gracili, e seminati poi in un suolo fertile, producono piante con carattere di gracilità. Non si può stabilire quanto tempo perdurino questi caratteri, ma è certo che vengono trasmessi per eredità per una o due generazioni. I botanici in generale sono convinti, come già abbiamo detto, che l'ambiente produce un effetto diretto sui caratteri ereditari della pianta e diviene così un fattore diretto nella evoluzione.

Negli animali l'evidenza di questo effetto diretto dell'ambiente non è così chiara, benchè si possano produrre grandi modificazioni negli individui. Si possono citare, ad esempio, i cambiamenti di colore negli insetti prodotti dal cambiare delle condizioni. Poulton, ad esempio, trovò che il colore cambia coll'ambiente. Difficilmente certo si sarebbe supposto che un cambiamento nel colore degli oggetti posti intorno ad una larva avrebbe influito sul colore dell'animale. Ma si osservò che questo è precisamente il caso. Circondando certe larve con carta dorata Poulton riuscì a sviluppare delle marchie dorate sulla larva. Merrifield ha anche dimostrato che si possono produrre grandi modificazioni nei colori delle farfalle cambiando la temperatura in cui si pongono le larve a sviluppare.

Tali esperimenti si fanno in molte altre direzioni. *L'evoluzione sperimentale*, come vien chiamata, è divenuta uno dei campi promettenti di ricerca degli ultimi anni. Il risultato di questi esperimenti non può essere dato qui. Essi includono argomenti svariatisimi. Per esempio, i molluschi posti in piccole masse d'acqua diventano piccoli, e talora cambiano la loro condizione ermafrodita con quella a sessi separati. Le galline fornite di solito di calcio invece che di carbonato di calcio fanno uova col guscio di questa nuova materia. Certi crostacei cambiano il numero delle spine col cambiare della salsedine dell'acqua in cui vi-

vono, cambiando così di fatto i loro caratteri specifici. E così via per una serie innumerevole di esempi che si potrebbero citare.

In generale si può dire che da qualunque parte si attacchi l'argomento si trova che l'organismo vien facilmente modificato dal cambiar delle condizioni, e che si può produrre una grande varietà di tipi col cambiare l'ambiente. Ma queste variazioni sono di solito limitate alla generazione in cui appaiono e probabilmente non sono soggette a trasmissione ereditaria. Se venissero trasmesse sarebbe naturalmente la fine della discussione sulla eredità dei caratteri acquisiti. Ma però alcuni dei casi studiati sembrano soggetti a trasmissione ereditaria. Li trovò Poulton, ed anche Weismann trovò difficile di spiegare tutti i fatti da lui osservati senza una supposizione di questo genere. È certo che cambiando le condizioni noi possiamo modificare molti caratteri distintivi delle specie, cambiando la salinità dell'acqua possiamo fare acquistare a certi crostacei dei caratteri prima considerati come appartenenti ad altre specie. Da tali fatti dobbiamo trarre una di queste due conclusioni: o questi caratteri specifici sono ereditati ed allora noi abbiamo una prova sicura delle eredità dei caratteri acquisiti, oppure questi caratteri non sono ereditari, ma semplicemente acquisiti da ciascun individuo. Se la prima supposizione è giusta, i caratteri acquisiti rappresentano una parte nell'origine delle specie. Se è giusta la seconda, allora i caratteri acquisiti rappresentano anche una parte nell'origine delle specie, poichè alcuni dei cosiddetti caratteri specifici sono in realtà acquisiti da ogni individuo e non innati. Questa considerazione ci conduce ad una questione estremamente importante, che si è imposta negli ultimi anni, se i caratteri specifici siano veramente congeniti.

**Tutti i caratteri specifici sono congeniti?
Specie ontogenetiche.**

Le discussioni fatte negli ultimi anni hanno reso sempre più forte il contrasto fra i caratteri congeniti e quelli acquisiti. I botanici e gli zoologi hanno provato in modo esauriente che il corpo degli animali e delle piante è soggetto a grandi modificazioni come risultato dei cambiamenti dell'ambiente. Tali modificazioni non vengono invero ereditate, almeno di regola, ma vengono soltanto sviluppate di nuovo in ogni generazione, come risultato dell'azione dell'ambiente.

Abbiamo supposto che i caratteri specifici siano congeniti; ma quanto più si studia l'argomento, tanto più forte diviene il dubbio che molti o la maggior parte dei così detti caratteri specifici, invece che ereditari, non siano semplicemente acquisiti da ciascun individuo. Il fatto che il figlio è uguale ai genitori fu prima preso come prova sufficiente che esso ha ereditato dai genitori i suoi caratteri uguali. I caratteri specifici, cioè i caratteri che distinguono una specie, furono sempre considerati come innati. Ma dei dubbi cominciano a nascere su tale questione, e i naturalisti cominciano a chiedersi se gli animali adulti sono semplicemente il dispiegamento di caratteri innati, o se in realtà l'adulto non è in grande parte fatto di caratteri acquisiti. Se così fosse, il problema dell'origine delle specie verrebbe completamente modificato. Il risultato più importante delle discussioni degli ultimi anni fu forse quello di mettere in luce questa differenza e di mostrare che i caratteri innati sono meno numerosi di

quanto si credeva. Un animale adulto ha certo parecchi caratteri che condivide coi suoi genitori, ma quando ci domandiamo quali di questi caratteri siano innati e quali semplicemente sviluppati nell'individuo dall'azione dell'ambiente, la risposta appare impossibile. Ma quanto più si studia l'argomento, tanto maggiore significato acquistano i caratteri acquisiti.

Negli animali più elevati, in ogni caso, i caratteri dell'adulto dipendono largamente dall'azione dell'ambiente. Se ai bambini umani non si lasciassero usare le gambe, queste si svilupperebbero in una forma affatto differente da quella caratteristica della specie, fatto che ci dice che la forma adulta dipende in grado considerevole dall'uso. Il bambino nasce certo con alcuni caratteri innati, ma in grande parte lo sviluppo di questi caratteri dipende da uno stimolo che viene dall'ambiente. Senza l'uso gli organi non si sviluppano, e in ambienti differenti essi si sviluppano in maniere diverse. Se l'uomo colle stesse innate tendenze nascesse sopra un albero e fosse forzato dalle circostanze a vivere tutta la vita sugli alberi, è certo che i suoi muscoli e le sue ossa allo stato adulto sarebbero sviluppati in un modo molto differente da quello della umanità di oggi. Ora se questa abitudine di vita arboricola continuasse per generazioni e generazioni, i nuovi caratteri apparirebbero costantemente e sarebbero considerati come specifici. Se non ne conoscessimo la storia, li considereremmo come innati, benchè di fatto sviluppati indipendentemente da ciascuna generazione. Non possiamo quindi mancare di chiederci se non potrebbe essere che molti dei caratteri dell'uomo, quale è ora, non sono acquisiti da ciascuna generazione, piuttosto che innati.

Appena tale questione si affaccia, il problema delle specie assume un nuovo aspetto. Forse può essere che

i veri caratteri innati siano pochi, e che la grande maggioranza dei caratteri presentati dall'adulto siano acquisiti. Forse può essere che l'animale erediti semplicemente una natura plastica, e che questa materia plastica venga modellata dall'ambiente, e in forme differenti col variare dell'ambiente. I colori sono caratteri importanti nelle farfalle, e li abbiamo supposti specifici e perciò innati. Ma se questi colori possono essere cambiati radicalmente col cambiare l'ambiente della larva o cambiarne la temperatura o l'alimento, non si potrebbe ammettere che tutti i segni di colore sono il risultato dell'azione diretta dell'ambiente e non ereditari? Le dimensioni della conchiglia di un mollusco sono caratteri specifici, ma queste dimensioni possono essere cambiate grandemente col solo tenere gli animali in acquari di grandezza differente. Questi cambiamenti di dimensione sono soltanto acquisiti e scompaiono quando cambiano le condizioni. Essi non fanno parte dell'eredità della razza. Non può esser vera la stessa cosa delle dimensioni ordinarie della conchiglia? In altre parole non potrebbe essere vero che una grande parte dei caratteri distintivi delle specie siano in realtà non materia d'eredità, ma solamente il risultato dell'azione dell'ambiente? Si trovò che due specie differenti di farfalle sono semplicemente varietà dipendenti dall'azione del calore diverso sopra la larva. Non possono altri caratteri specifici essersi sviluppati in simil guisa, e non fare parte dell'eredità?

È chiaro che questo concetto pone la questione dell'origine delle specie in una fase assai differente. Se una parte considerevole dei caratteri degli organismi che finora abbiamo chiamati specifici si provasse acquisita da ogni generazione per azione dell'ambiente sull'individuo, il problema della origine delle specie dovrebbe essere studiato con nuovi metodi. Finchè abbiamo

considerati tutti i caratteri specifici come ereditari, era necessario cercare metodi che modificassero i caratteri ereditari o il plasma germinativo, ed era pure necessario trovare l'origine delle specie in qualche influenza che toccasse il processo ereditario. Ma se noi possiamo ammettere che una grande, o almeno una notevole parte dei caratteri specifici non sono affatto ereditari, ma sono semplicemente l'effetto dell'azione diretta dell'ambiente su ogni individuo, allora il problema dell'origine delle specie non è più solo di eredità. L'ambiente e i caratteri acquisiti vengono a rappresentare una parte importante nella produzione delle specie, in modo affatto indipendente dalla questione dell'eredità.

Un carattere che si sviluppa costantemente in ogni generazione come risultato di forze esterne agenti sull'individuo è tanto carattere specifico, purchè si sviluppi costantemente, quanto uno ereditato. Il problema dell'origine delle specie diviene perciò duplice. Esso richiede in primo luogo la separazione di tutti i caratteri che sono veramente ereditati da quelli che si sviluppano nell'animale per l'azione dell'ambiente. Questo è un compito difficile e quasi disperato. Perchè, come possiamo distinguerli? Ogni carattere che un animale presenta ad un dato momento può essere considerato in parte come conseguenza dell'azione dell'ambiente sopra di esso nel periodo precedente di vita. Forse la maggior parte dei caratteri che un animale possiede al tempo di uscire dall'uovo possono essere considerati come ereditati piuttosto che acquisiti, benchè alcuni di essi possano essere caratteri acquisiti dall'uovo piuttosto che veramente ereditati. Ma comunque ciò sia è certo che la maggioranza dei caratteri che un animale possiede non appaiono che molto dopo che l'individuo ha lasciato l'uovo. Quali di questi caratteri più tardivi sono realmente ereditati e quali si sono

sviluppati nell'individuo come caratteri acquisiti o ontogenetici? Per ora non possiamo trovare alcun modo di risposta. Ma le meravigliose modificazioni che abbiamo visto potersi produrre nei caratteri degli animali e delle piante col solo variarne l'ambiente, e producendo così dei caratteri acquisiti, mostrano chiaramente che noi non possiamo spiegare l'origine delle specie finchè non sappiamo sino a qual punto i loro caratteri siano ereditati e fino a qual punto acquisiti. Finora le nostre nozioni sono assai scarse. Le discussioni evolutive del passato non hanno neppure riconosciuta la questione. Nessuno dei laboriosi studi statistici di variazione ha finora separato questi due tipi di variazione, e tutti i dati finora raccolti sulla variazione degli individui pongono insieme tutti i caratteri variabili, tanto congeniti che acquisiti.

Dopo aver così separate queste due classi di variazione possiamo ora chiederci con maggior cognizione come i veri caratteri congeniti vengano ad essere fissati nel processo ereditario. Ma è evidente che finchè non sappiamo maggiormente dei veri effetti dell'ambiente nella produzione dei numerosi caratteri che comunemente consideriamo come specifici, non possiamo sperare di rispondere utilmente alla domanda intorno alle forze che produssero l'origine delle specie.

Questa questione divide ora i biologi in due scuole. L'una scuola, che naturalmente include i Weismannisti, dà grande importanza al plasma germinativo ed ai caratteri ereditari, l'altra considera i caratteri ereditari come un'argilla plastica che in seguito l'ambiente modella fino ad ottenere l'adulto. La sostanza ereditaria rappresenta il banco d'argilla, l'ambiente il vasaio. I caratteri del vaso finito dipendono più dal vasaio che dal banco d'argilla. L'adulto differisce molto dagli individui neonati per caratteri che sono acquisiti e non

interamente in quelli che sono innati, e alcuni anzi giungono fino a dire che le differenze fra l'adulto e l'uovo sono acquisite puramente come risultato dell'ambiente sul l'uovo.

La disputa su questo problema è uno dei soggetti vitali di discussione e di esperimento di oggi. L'idea può essere facilmente portata all'estremo, perchè l'eredità certo conta per molto. Incrociando i piccioni, la femmina di una specie può essere fecondata con un'altra specie. Le uova vengono covate e i giovani allevati nelle identiche condizioni che circonderebbero i giovani se il loro padre fosse della stessa specie della femmina. Ma i discendenti mostrano per tutta la vita le caratteristiche del padre più o meno sviluppate. Qui evidentemente si tratta di eredità e non di caratteri acquisiti.

Senza tuttavia esagerare questa nozione dei caratteri acquisiti delle specie, è certo che pel passato abbiamo troppo facilmente supposto che i caratteri che appaiono nelle generazioni successive vengono trasmessi per eredità, e abbiamo dato troppo poca attenzione alla possibilità che fossero acquisiti indipendentemente da ciascuna generazione. I caratteri acquisiti formano una parte importante dei caratteri degli adulti, e ciò senza ammetterli ereditari. Weismann colla sua teoria dell'eredità ebbe un grande valore pei biologi, obbligandoci a distinguere nettamente fra variazioni congenite e acquisite, e a riconoscere che esse hanno nesso differente colla questione dell'eredità. Uno dei compiti degli studi futuri deve essere di isolare chiaramente questi due fattori, ciascuno colla sua origine differente, ma ciascuno contribuente all'origine delle specie. I nostri naturalisti forse non apprezzano ancora interamente la questione, e vanno ancora raccogliendo va-

riazioni alla rinfusa senza cercare di determinare quali siano congenite e quali acquisite.

Risulta quindi che noi dobbiamo riconoscere tre distinti gruppi di variazioni. Il primo sta nella variabilità della sostanza ereditaria, o plasma germinativo, se così vogliamo chiamarlo. Le variazioni che appaiono qui influiscono naturalmente sui discendenti per parecchie generazioni, finchè il plasma germinativo conserva il nuovo carattere. Il Weismannismo è basato sopra questo tipo di variazione; l'evoluzione è semplicemente prodotta dalla selezione di varietà di plasma germinativo. In secondo luogo troviamo che dal momento che l'individuo inizia la vita, cioè dalla fecondazione dell'uovo, comincia a subire modificazioni prodotte in esso dall'azione delle condizioni. Le varie parti, cellule e organi, sono poste in relazioni differenti fra loro e col nutrimento, e comincia una serie di modificazioni che risulta poi nell'adulto. L'adulto deve essere considerato come l'innesto di numerosi caratteri acquisiti sopra i caratteri innati originali. Il Lamarckismo sostiene che questi caratteri si innestano anche sul plasma germinativo come sul corpo e quindi modificano i caratteri ereditari della generazione seguente. In terzo luogo abbiamo la modificazione graduale delle specie, che richiede parecchie generazioni, e che fu prodotta evidentemente dalla azione combinata dell'azione delle prime due classi di variazioni, aiutata dall'eliminazione per opera della scelta naturale. Se spieghiamo il terzo tipo di variazione per mezzo del primo, senza l'aiuto del secondo, abbiamo il Weismannismo, se lo spieghiamo specialmente col secondo abbiamo il Lamarckismo, se col primo e col secondo abbiamo il Darwinismo originale. La selezione naturale si riferisce all'ultimo di questi tre fattori, la lotta delle parti al secondo, e la selezione germinale di Weismann al primo. Il vero

metodo dell'evoluzione consiste senza dubbio nella produzione della terza classe di variazioni per combinazione delle altre due.

Variazione discontinua.

Con questo termine si intende qualche cosa di interamente differente dalle oscillazioni sopra o sotto di una media. Si tratta invece delle maggiori variazioni che appaiono d'un tratto e possono alterare il carattere di un organo o anche di tutto l'organismo. Anche in questo campo il numero dei dati è straordinariamente abbondante, e la questione non è sull'esistenza, ma sul significato di queste variazioni. Ed anche a riguardo di queste variazioni, anche straordinarie come sono talvolta, dobbiamo dire che poco si fa raccogliendo semplicemente e descrivendo i dati. Solo quando i dati vengono studiati in linea di certi principi possono assumere un significato. Mentre alcuni naturalisti studiano oggi le minori variazioni coi metodi statistici già accennati, altri si occupano dello studio delle variazioni discontinue. Basterà qui accennare ad uno o due punti, poichè abbiamo già parlato di questo argomento in capitolo precedente.

Da lungo tempo sono note grandi, subitanee variazioni, e la raccolta di un maggior numero di esempi non è calcolata in modo da accrescerne il significato. Il vero problema, per la questione che trattiamo, è quale parte tali variazioni rappresentino nel processo dell'evoluzione. Si può tracciare una distinzione reale fra queste "mostruosità", e le minori variazioni che consideriamo come normali? Vi è una differenza di natura fra quelle che noi chiamiamo anomalie, come

dita soprannumerarie, azalee rosse sopra piante producenti normalmente fiori bianchi, ecc., e le variazioni normali intorno ad una media? Più importante è la questione se tali anomalie abbiano una parte nella origine delle specie, o se siano soltanto semplici aberrazioni che non contano per nulla nel processo evolutivo. Possono queste mostruosità essere ricondotte nell'orbita di leggi, così che noi le possiamo comprendere? Sono esse interamente congenite o sono dovute all'azione normale dell'ambiente?

È forse troppo presto per dare una risposta finale a queste domande, ma già abbiamo qualche risultato significativo. Senza gravi dubbi, tali variazioni discontinue, o anomalie, o mostruosità, hanno talvolta parte nell'origine di nuovi tipi. La maggior parte dei naturalisti però le considerano come relativamente prive di importanza in confronto colle più abbondanti, ma più piccole, variazioni ordinarie. In secondo luogo è chiaro che esse non sono puramente casuali, ma obbediscono a qualche legge generale. Certi generi di variazione avvengono facilmente, mentre altre non si osservano. Se per esempio un animale ha parecchi organi in serie, come ad esempio le cinque dita, si trova comunemente un dito in più nella serie, ma non si conoscono casi di un simile organo che si presenti altrove nel corpo e fuori della sua serie. Ciò mostra semplicemente che queste variazioni sono controllate dalle forze che regolano l'accrescimento, ma non significa molto di più.

Queste grandi variazioni consistono di solito nell'apparizione di organi in più in una serie, o nella loro scomparsa o in grandi modificazioni nella loro forma. L'apparizione di organi interamente nuovi non si verifica, almeno nel limite delle osservazioni fatte finora. Per questa ragione è dubbio se la variazione discon-

tinua fornisca qualche aiuto per spiegare il problema della prima apparizione degli organi. Infine noteremo che le variazioni discontinue paiono essere congenite più che acquisite, dovute a variazioni nel plasma germinativo, non nell'individuo.

Variazione determinata.

Forse nessun argomento in rapporto colla variazione ha maggior importanza che la questione se esse avvengano casualmente o secondo direzioni definite. Darwin e Wallace pensarono che esse fossero casuali, non avendo in ogni caso alcun rapporto collo scopo a cui vengouo in seguito dirette. Esse divengono utili per selezione, ma non sono in origine adattative. Ma, come abbiamo veduto, si fanno molte obbiezioni a questo concetto. L'improbabilità inerente al concetto che una variazione casuale appaia quando e dove viene richiesta, ha fatto asserire che noi dobbiamo prima spiegare la *origine* del più adatto, prima di parlare della sua *sopravvivenza*. A ciò si risponde che questa argomentazione riposa sopra una falsa comprensione della scelta naturale. Quando si sostiene che la selezione naturale è la causa reale dell'origine degli organi si ammette che le variazioni scelte siano fortuite, semplicemente variazioni sopra e sotto la media, quelle stesse che la teoria delle probabilità ci condurrebbe a supporre, e quindi la domanda dell'origine del più adatto non ha significato. Se i vari cambiamenti nelle condizioni o nelle mescolanze di plasma germinativo producono variazione indefinita nei caratteri ereditari, e se la scelta naturale conserva solo quelli utili, la selezione naturale è una causa reale di sviluppo, poichè

determina i sopravviventì e quindi dirige realmente l'evoluzione. Ma se per contrario apparisse che le variazioni non sono puramente casuali, ma avvengono in direzioni definite, se apparisse che esse hanno tendenza a presentarsi in un grande numero di individui alla volta o che possono ripresentarsi nelle generazioni successive, se esse appaiono in certe direzioni e non in altre, o se fosse evidente che le variazioni producenti le nuove specie sono subitanee e dello stesso carattere di quelle discontinue, allora la questione del perchè le variazioni abbiano tale carattere è precedente a quella della loro sopravvivenza. Apparirebbe allora che la vera forza primaria che produsse l'evoluzione non fu la sopravvivenza, ma la forza che produsse queste variazioni determinate.

Se si tirano dei colpi da un fucile vicino ad uno scudo metallico con un foro nel centro, il foro determinerà quali dei proiettili passeranno attraverso lo scudo, e non è necessario che una persona stia dietro lo scudo per determinare le condizioni di sparo del fucile per spiegare perchè i proiettili passano attraverso il foro. Brooks, discutendo della selezione naturale, usò di questo esempio, ma avrebbe potuto spingerlo più in là. Se si trovasse che i colpi sparati dal fucile giungono tutti in vicinanza del foro, invece di disperdersi intorno alla circonferenza in ogni direzione, sarebbe necessario concludere che v'era qualche forza direttiva che operava *sul fucile*. Alla stessa guisa se le variazioni avvengono in ogni direzione e la selezione naturale determina soltanto chi sopravviverà, non dobbiamo richiedere alcuna forza che regoli l'origine delle variazioni. L'importanza quindi di chiedere l' "origine del più adatto", dipende dal fatto di trovare se le variazioni sono fortuite o determinate. Non è la diversità, ma la *diversità determinata* che è difficile spiegare.

Se risulta che le variazioni sono definite e adattative prima della scelta, allora vi è qualche cosa che il weismannismo non può spiegare.

Si deve notare che, quanto a quei caratteri che si suppone si sviluppino per selezione di variazioni sopra e sotto la media, questa richiesta di una spiegazione delle variazioni ha poco valore. In base alla legge di probabilità circa metà degli animali saranno sopra e metà sotto la media. Se fosse utile che un organo aumentasse di mole vi sarebbero stati in ogni tempo numerosi individui offrenti variazioni nel giusto senso, e non sarebbe necessaria la teoria della variazione determinata per spiegare perchè vi sarebbero variazioni appropriate dove sono richieste. La stessa serie di variazioni continuerà nella generazione seguente in grado ancor più marcato, purchè si tratti di caratteri congeniti, poichè i sopravviventì saranno stati scelti fra gli animali con caratteri meglio sviluppati. Così di generazione in generazione si seguiranno variazioni lungo linee simili, senza alcuna necessità di ammettere la variazione determinata. Ciò naturalmente si applica a tutti i casi nei quali l'evoluzione consiste solo nell'aumento o nella diminuzione della mole o dell'efficacia delle parti. Ma ciò non può spiegare l'evoluzione divergente nè il principio degli organi.

Ma negli ultimi dieci anni si estese sempre più la convinzione che le variazioni non sono soltanto casuali, ma determinate. Questo fu riconosciuto da molti naturalisti che lavoravano in campi e in direzioni diverse. Fu chiamata in vari modi: "forza cosciente", "auto-sviluppo", "tendenza direttiva", "variazione determinata", ma in ogni caso si riconosce una forza che agisce *prima* della selezione, e che regola in qualche modo le variazioni. Ciò appare fortemente dallo studio dei fossili. I paleontologi furono grandemente impres-

sionati da questo fatto, e gli danno ogni giorno maggiore importanza. Non vi è alcuna evidenza di tentativi in varie direzioni, come si deve attendere dalla selezione naturale di variazioni fortuite. Al contrario, vi è sempre un progresso costante apparentemente verso una direzione definitiva. Dopo che un gruppo di animali si è incamminato per una certa linea di sviluppo, la segue con dirittura infallibile. Ciò che è ancora più significativo è il fatto che molti gruppi affini seguono la stessa linea. Dove fu seguito lo sviluppo, dei denti per lunghe età, si osservò che in tutti i tipi di mammiferi vi è la stessa tendenza verso l'apparizione di tubercoli definiti in certi punti dei denti, e ciò in gruppi così largamente separati che non si può quasi mettere in dubbio che vi sia qualche tendenza direttiva all'infuori della selezione delle variazioni casuali.

Possiamo trovare evidenza dello stesso principio anche fra gli organismi viventi. Per esempio, il ciclamine coltivato presenta una tendenza generale verso la formazione di una cresta particolare sui petali. Questa cresta si manifesta in molte piante indipendenti, mostrando così una tendenza generale al suo sviluppo, e si trovò di fatto che essa aumenta di grossezza nelle successive generazioni. Se due piante con cresta vengono incrociate, la discendenza ha verosimilmente la cresta più grossa che i due stipiti. Tutto ciò mostra chiaramente una tendenza a variare lungo linee definite. Si è dimostrato che nell'uomo il dito mignolo del piede va passando per una continua, benchè lenta, riduzione in mole. Questa riduzione si verifica in razze che vanno a piedi nudi come in quelle che portano scarpe, e ciò sembra indicare una tendenza innata.

Ora, benchè ciascuna di queste classi di fenomeni possa essere spiegata in altro modo, prese insieme esse

costituiscono una forte prova della variazione determinata. Invero essa è così forte che Weismann stesso, come già abbiamo detto, ha sentito la necessità di trovare una spiegazione della variazione determinata che vada d'accordo colla sua teoria del plasma germinativo. È vero che vi sono alcuni naturalisti i quali sostengono che non vi sono prove sufficienti che le variazioni siano più che casuali, ma in generale la variazione determinata è ritenuta uno dei fattori in natura del quale si deve tener conto. Se le variazioni fossero semplicemente casuali, il numero degli individui che non si accorderebbero col tipo conservato dovrebbe, pel principio di probabilità, superare le variazioni nella giusta direzione nel rapporto di parecchie migliaia ad uno. Questi sarebbero stati sterminati e se ne dovrebbero trovare le tracce. Ma i paleontologi non le trovano. L'evidenza sembra indicare che l'evoluzione fu un avanzamento costante lungo linee definite e non prove promiscue di numerose variazioni. Fu infatti la credenza nella variazione determinata che condusse Weismann alla sua teoria della selezione naturale, e parecchi altri a sentire la necessità di qualche altro fattore all'infuori della semplice selezione naturale.

Tentativi per spiegare la variazione determinata.

Lo studio delle variazioni, che fu rinnovato con vigore negli ultimi anni, ci ha certamente aiutati nella ricerca di una vera soluzione dell'origine delle specie, ma non ci ha ancora fornito un terreno solido su cui appoggiarci.

Abbiamo appreso che le variazioni sono abbondanti,

che appaiono simultaneamente in parecchi individui, che tendono a riapparire nella stessa direzione nelle generazioni successive, che sono di solito molto piccole e riflettono di solito le dimensioni degli organi, ma che talora sono di maggior estensione comprendendo radicali cambiamenti nella forma di un organo o l'apparizione di un nuovo organo in una serie. Abbiamo appreso che esse sono senza dubbio associate con modificazioni dell'ambiente. Non abbiamo ancora ottenuto molta luce sul principio di organi assolutamente nuovi, nè abbiamo indizi sulle cause reali delle variazioni. In qual grado i fatti generali debbano essere attribuiti alla mescolanza di plasmi germinativi nella riproduzione sessuale; fino a qual grado l'effetto diretto dell'ambiente possa agire sul plasma germinativo, e fino a qual punto l'effetto dell'ambiente sia capace di variazioni congenite, sono tutte questioni ancora insolute. La credenza nella eredità delle variazioni acquisite ha certo perduto terreno negli ultimi dieci anni, e la maggior parte dei naturalisti considerano questo agente come dubbio e di importanza relativamente piccola, se pure ne ha alcuna. Con tutto ciò si riconosce pienamente che la origine delle variazioni e la loro conservazione e trasmissione è la chiave dell'enigma dell'evoluzione.

Il senso della necessità di qualche cosa che spieghi l'apparizione delle variazioni lungo linee definite, dove e quando sono richieste, ha condotto a molti tentativi di spiegazione del problema. La teoria della selezione germinale di Weismann e quella della selezione organica furono concepite in questa direzione. Ma il modo più comune di vincere la difficoltà sta nel supporre l'esistenza di qualche tendenza inerente. Questa idea apparì con Lamarck, che pensò che tutti gli animali avevano una tendenza a progredire in struttura. Più

tardi Naegeli espresse la credenza in una tendenza innata al progresso, come una forza organica. Poi Mivart trovò qualche forza interna stimolante l'origine delle " nascite straordinarie „ che divengono subito nuove specie. L'idea appare verbalmente nella " tendenza inerente a variare „. Ma per Darwin però questa espressione significava semplicemente che il variare delle condizioni produce variazioni negli organismi, e questo non è dello stesso genere delle altre idee. In sèguito troviamo la stessa idea nella teoria dell' " auto-adattamento „ di Henslow. Questo auto-adattamento, nonostante tutto ciò che ne dice il suo autore, è ben poco più che l'idea di qualche forza incognita che spinge gli organismi innanzi. La si ritrova anche negli scritti di altri autori che parlano di " forza di accrescimento „ o di " batinismo „. Sotto questi nomi gli autori non intendono sempre la stessa cosa, ma in generale queste espressioni si basano tutte sull'idea che l'organismo sia influenzato da qualche forza che tenta sempre di esprimersi, una forza che tenta di spingere gli organismi in avanti in vigorosa attività. È questa forza, ad esempio, che stimola la produzione delle gemme e dei rami, forza di solito contenuta entro limiti, ma che sempre si spinge al fronte a stimolare la produzione di nuovi organi. Si suppone che questa forza sia più vigorosa nello stato giovanile e scompaia nella vecchiaia, ma si rinnovi colla riproduzione sessuale. Ora nessuno può pretendere di dubitare dell'esistenza di qualche cosa che corrisponda a ciò che fu chiamato la " forza di crescita „. Ma il dare a questa forza un nome non è di grande aiuto alla soluzione del problema dell'organismo. Vediamo che i giovani crescono più rapidamente che l'adulto, che le piante producono sempre nuove gemme, che le variazioni avvengono in linee definite, che gli animali progrediscono costante-

mente. Noi possiamo forse esprimere questi fatti parlando di una forza di crescita. Ma con ciò noi non siamo più vicini ad una buona intelligenza della materia. Con un nome abbiamo cercato di immaginare di aver spiegati certi fenomeni. Un nome può rappresentare un fatto, ma non spiega nulla.

Per tutte queste ipotesi si può fare una critica d'ordine generale. Esse sono pure parole e non spiegano. Dire che gli animali hanno una tendenza inerente a progredire non è dire di più che il constatare che progrediscono. Dire che nascite straordinarie si verificano talvolta è proprio la stessa cosa che dire che vi è una tendenza inerente a produrre tali nascite. Dire che gli animali sono azionati da una forza di accrescimento corrisponde a dire che crescono vigorosamente. Dire che le variazioni sono determinate da qualche forza inerente è solo dire che esse non sembrano essere casuali. In ogni caso noi non abbiamo compreso di più l'organismo col dare un nome alle forze, o col fabbricare una teoria dell'evoluzione basata sopra di esse. Il problema è di spiegare i fatti e non di includerli sotto un nuovo nome. Nessuno suppone che queste varie forze, forza di accrescimento, tendenze inerenti, siano forze distinte nel senso dell'elettricità, come forza. Il significato di quei termini è soltanto che le azioni del protoplasma sono tali da produrre risultati del carattere trovato. Il problema che cerchiamo di risolvere è *perchè* il protoplasma agisce in tal modo, e quali siano le forze reali che hanno prodotto l'ordine attuale di cose. Se ci dicono che vi è una tendenza inerente all'innalzarsi, dobbiamo chiedere quale sia la causa di tale tendenza, e perchè sia piuttosto diretta in alto che in basso. Questa è la vera questione che gli evoluzionisti hanno tentato di sciogliere, e non siamo per nulla più avanti dopo aver inventato alcuni nomi per le forze immaginate.

Non sarebbe neppur necessario di menzionare questo semplice principio fondamentale, se non fosse che questa specie di gioco va ad ogni momento rinnovandosi. Senza dubbio gli autori di questi termini vedono abbastanza chiaramente che essi forniscono soltanto un nome per una serie di fatti, senza spiegarli. Essi formulano forse un poco più chiaramente le linee di attività degli organismi, ma non danno una nozione intelligibile del metodo della discendenza. Ma non tutti i loro lettori sono ugualmente logici e se ne potrebbero trovare molti che vedono nella tendenza inerente al progresso una forza vera che spiega l'evoluzione. È quindi necessario insistere che questi tentativi per spiegare l'evoluzione degli organismi non sono affatto delle spiegazioni, ma soltanto enunciazioni dei fatti con altre parole. Se mai riusciremo a comprendere il metodo d'origine delle specie, troveremo i dati in qualche altro modo diverso dal semplice dare un nome a qualche forza per la quale sentiamo la necessità di supporre che esista. Tutte le teorie di forze inerenti devono quindi essere considerate come rivelanti nulla fin dal principio.

Riassunto.

Le discussioni teoriche sul metodo dell'evoluzione non hanno dato finora alcuna conclusione soddisfacente, e i più giovani naturalisti sono convinti che il progresso deve venire dallo studio della natura e non da altre discussioni sulla teoria. I due punti che apparentemente racchiudono il segreto del problema sono la variazione e le proprietà del protoplasma. I naturalisti oggi attaccano con grande zelo questi due argomenti.

Nello studio della variazione la difficoltà fu di determinare un metodo per ordinare i fatti che possa insegnare qualche cosa, poichè la sola raccolta di dati non ha più alcuna importanza. La misurazione accurata delle parti e il notare la loro relazione ad una media ha dato qualche utile suggerimento; poichè ha mostrato che le variazioni si verificano in natura con lo stesso carattere preciso necessario a spiegare l'evoluzione del tipo per le medie, purchè si possa ammettere che queste variazioni sono caratteri congeniti. Ma ciò è finora solo una supposizione che non è dimostrata. Questo studio della variazione va dimostrandoci l'azione pratica della selezione naturale, e possibilmente anche la rapida formazione di nuove specie sotto i nostri occhi.

La relazione delle variazioni all'ambiente viene studiata in due modi differenti. L'uno consiste nello studiare gli effetti sugli organismi ponendoli in nuove condizioni. Risultato di questo studio fu di mostrare che le variazioni sono in grado notevole causate da modificazioni dell'ambiente, essendo i cambiamenti esterni seguiti da cambiamenti nella struttura degli animali e delle piante. Ma cercando se questi effetti siano ereditari noi troviamo ben poche prove che lo siano, ma siamo forzati ad ammettere che una grande parte dei cosiddetti caratteri specifici non sono innati, ma soltanto caratteri acquisiti da ciascun individuo, indipendentemente, nelle successive generazioni. Ciò fornisce un nuovo concetto della specie, che altera decisamente il problema del metodo d'origine delle specie. Coll'idea che i caratteri specifici sono in vasto grado acquisiti, il problema dell'origine delle specie richiede che vengano considerati tanto i caratteri acquisiti che quelli congeniti. Il secondo metodo di studio venne dall'esame dei fossili, e consiste in grande parte nel mo-

strare con quale precisione lo sviluppo dello scheletro dei vertebrati fu parallelo ai risultati che si sarebbero avuti ammettendo l'eredità degli effetti dell'uso e del non uso. Ma questi fatti, gravi come sono, si possono anche spiegare colla selezione naturale senza tale eredità, e quindi non concludono nulla.

Lo studio delle variazioni che sono più forti che semplici piccoli allontanamenti da una media sembra vada dimostrando che le variazioni discontinue rappresentano una parte nell'origine delle specie. Infine abbiamo veduto che uno studio generale delle variazioni va lentamente ma sicuramente convincendo gli studiosi che esse devono essere considerate come determinate. Se tale concetto si mantiene, allora la questione della origine delle specie diventa il problema di determinare le cause di queste variazioni. Cercando di trovare questa causa taluni scienziati trovarono rifugio in varie spiegazioni di pure parole, quali " tendenze inerenti ", ecc., che realmente non spiegano nulla e non aiutano per nulla a sciogliere il problema dell'origine delle specie. In generale quindi lo studio della variazione non ha dato finora un fondamento solido sul quale si possa basare una teoria della variazione, nè ha detto chiaramente a quali forze si debbano attribuire le variazioni. Senza alcun dubbio si deve farle risalire alla proprietà del protoplasma.





CAPITOLO IX

Studi sul protoplasma.

Da qualunque parte consideriamo l'argomento, siamo forzati alla conclusione che l'evoluzione fu il risultato delle attività della sostanza vivente. Qualunque delle teorie contendenti sia la vera, il processo della discendenza è fondato sopra le proprietà del protoplasma. Se adottiamo il Lamarckismo, dobbiamo riferire il potere del corpo di sviluppare i caratteri acquisiti alle proprietà del protoplasma. Se adottiamo il Weismannismo, allora la apparizione di variazioni congenite deve essere riportata alle proprietà di quel particolare genere di protoplasma che è chiamato plasma germinativo. L'evoluzione è basata sopra le variazioni e la variazione è una proprietà del protoplasma. Benchè la selezione e l'isolamento e altre forze esterne dirigano l'evoluzione, il fondamento del processo deve stare nelle proprietà della sostanza vitale o protoplasma, come vien comunemente chiamata. Alla composizione del protoplasma deve farsi risalire la proprietà dei viventi di variare e di variare lungo linee definite. Non ci sorprende perciò di trovare dei naturalisti che

vanno di giorno in giorno dando sempre maggiore attenzione alle proprietà di questa sostanza, colla convinzione che ivi è il campo più promettente per le future scoperte delle leggi che agirono a formare il regno animale. A noi resta ancora di passare in rassegna ciò che fu fatto in questa direzione.

Il protoplasma non è un composto chimico ma un meccanismo.

Fin dai primi anni della discussione evoluzionista fu credenza favorita che i problemi del protoplasma fossero problemi chimici. Sotto lo stimolo del *Protoplasma o la Base fisica della vita* di Huxley, vi fu una tendenza generale a rivolgersi al chimico per la soluzione delle proprietà di questa sostanza. Il chimico s'era trovato capace di fabbricare con i mezzi della sua scienza molti composti che erano stati sempre considerati come prodotti solo per azione della vita. Mediante pure combinazioni chimiche egli cominciò a salire la scala che conduce dai corpi più semplici ai più complicati. Al fondo della scala stavano gli elementi, i gradini inferiori erano costituiti dai corpi come CO_2 , NH_3 , ecc., i più alti dai corpi come gli amidi e i grassi. Più alto ancora stavano le albumine, mentre si supponeva che al termine stesse il protoplasma. Ora, poichè il chimico senti che saliva rapidamente la scala, era naturale che supponesse che qualche giorno sarebbe giunto al termine ed avrebbe fabbricato il protoplasma. Delle predizioni in questo senso furono anzi fatte liberamente.

Con tali idee in mente i biologi cominciarono a parlare di "evoluzione chimica", come di una fase del-

l'evoluzione che precedette l'evoluzione della vita. Essi parlavano della possibilità che nelle prime età della storia della terra le condizioni fossero state tali da render possibile agli elementi chimici di unirsi in combinazioni diverse da quelle che avvengono normalmente oggi, e dissero che i composti così formati divennero sempre più complessi finchè apparve il protoplasma. L'origine della vita era quindi avvenuta per evoluzione chimica dovuta a forze chimiche. Per un quarto di secolo, seguendo il famoso discorso di Huxley, la soluzione delle proprietà e dell'origine del protoplasma furono cercate faticosamente nelle forze chimiche.

L'aspetto della questione ha cambiato grandemente oggi, e una così semplice idea dell'origine del protoplasma non è più sostenibile. Per quindici anni e più il microscopio moderno andò svelando fatti intorno alla sostanza vitale che richiesero idee interamente nuove, e questi fatti divennero abbastanza significativi per essere aggruppati insieme in un nuovo ramo di biologia, detto *citologia*. Le rivelazioni di questo nuovo ramo di studi sono sorprendenti e inaspettate. Per quanto sappiamo *il protoplasma non organizzato non esiste*. Le proprietà della vita non sono presentate da alcuna cosa più semplice della cellula organica. Ogni cosa che cresce e si riproduce è in qualche grado differenziata in cellule, e la cellula sembra così essere la più semplice condizione della materia che manifesti le proprietà della vita. Ma la cellula non è per nulla semplice. Essa consiste di molte parti che agiscono adattate l'una all'altra. Quanto più la si studia tanto più complessa appare. Si può avere una idea della sua complessità dalla fig. 11, che rappresenta una cellula formata da molte parti. La complicazione della struttura aumenta ancora quando ne studiamo il funzionamento. Le figure 14-24 danno una idea delle funzioni di una

cellula. Se la cellula viene studiata vivente si trova che queste parti diverse compiono vari atti, e la cellula nel suo complesso mostra un funzionamento complesso di parti combinate. Colle sue fibre e i filamenti, col centrosoma e i microsomi, che sembrano spingere e tirare, agire e reagire l'uno sull'altro, la cellula si comporta ben diversamente che qualunque composto chimico. Le sue proprietà sono proprietà della cellula come meccanismo, non della cellula quale composto chimico. Senza dubbio queste proprietà si possono alla fine fare risalire alle forze chimiche, come le proprietà della macchina a vapore dipendono da forze chimiche. Ma le sole forze chimiche non spiegano il movimento della macchina a vapore. Il suo movimento è spiegato dal suo meccanismo. Così è della cellula. Mentre senza alcun dubbio le forze chimiche sono il fondamento della attività vitale, l'azione della cellula vivente deve essere spiegata piuttosto col suo *meccanismo* che colla sua natura chimica. Se noi facciamo risalire la variazione alla "composizione organica", deve essere piuttosto alla composizione meccanica che a quella chimica di tale sostanza.

Con tale conclusione il concetto del protoplasma quale composto chimico scompare e le idee di evoluzione chimica devono essere mutate radicalmente. È vero che la cellula della figura 11 non è affatto la più semplice; è anzi una delle più complesse. Le più semplici forme di vita hanno certo un meccanismo meno complicato che questa cellula. Ma il principio rimane sempre uguale, ovunque lo consideriamo. Anche le più semplici forme di materia vivente non sono composti chimici. Le più semplici forme di vita a noi note sono i batteri, ma si va ora imparando che anche questi corpi minutissimi hanno una struttura in loro, e non sono composti chimici. Essi sono meccanismi, più semplici

certo che le cellule più elevate, ma sempre meccanismi. Non sappiamo se vi siano organismi ancora più semplici; ma è certo che questi organismi che sembrano essere i corpi più semplici che offrono le proprietà della vita non sono composti chimici, ma meccanismi.

Ora il significato di questi fatti è grande. Finchè il protoplasma fu considerato come un composto chimico, il problema della sua origine era un problema chimico, ma quando esso ci appare come un meccanismo, le forze chimiche diventano affatto inadeguate a spiegarlo. Le forze chimiche non creano macchine. Nei capitoli precedenti di questo libro abbiamo considerato i tentativi che la scienza va facendo per spiegare l'origine dei meccanismi adattativi. Se il protoplasma fosse un composto chimico non esisterebbe qui tale necessità, poichè le forze chimiche sono sufficienti a spiegare i composti chimici. Ma poichè il protoplasma è un meccanismo, per spiegarne l'esistenza ci troviamo davanti allo stesso genere di problemi che abbiamo incontrato per spiegare gli organi adattativi degli animali. Fra le più semplici forme a noi note e le più elevate vi è una lunga serie di strutture, costrutte dalle forze da noi considerate nei capitoli precedenti. Noi siamo ora consci che fra le più semplici forme della vita e il più complesso composto chimico esiste anche una lunga serie di gradi intermedi, costrutta da forze non ancora scandagliate, ma che devono essere in qualche senso forze meccaniche, e non possono in ogni caso essere chimiche. Trattando il problema dell'evoluzione del protoplasma non abbiamo dinanzi un problema di evoluzione chimica. Noi non possiamo più sperare di spiegare l'evoluzione della cellula vivente colla chimica, che non di spiegare con forze chimiche la produzione di una macchina a vapore.

Si vede quindi facilmente che lo studio della cellula

e delle sue funzioni offre una nuova serie di problemi da risolvere. Quando si rammenta che tutti i problemi fondamentali dell'evoluzione furono ridotti alle attività della sostanza vitale, che la variazione, la riproduzione e l'eredità furon fatte risalire alle proprietà della sostanza vitale, quando ricordiamo la complessità della più semplice unità vivente, la cellula, diventa chiaro che le ricerche dovranno essere spinte collo studio della struttura e delle proprietà del protoplasma, se vogliono conoscere meglio il metodo naturale della produzione delle specie. I problemi dell'evoluzione devono essere studiati colla citologia.

Chimica e meccanica del protoplasma.

Su questi argomenti si è finora appreso relativamente poco che sembri avere un grande significato per lo scopo generale di spiegare la vita e la variazione. La chimica ha rivelato dentro la macchina cellula un grande numero di composti chimici. Ha mostrato che essi sono corpi chimici di natura rimarchevole, e più tardi ha intuito che posseggono proprietà chimiche di natura unica. Ma la chimica non ci ha ancora fornito dati che facilitino la soluzione delle attività del protoplasma.

Il problema della meccanica del protoplasma è di poco più avanzato. Si discute ancora se il protoplasma consista di una massa spumosa o di un reticolo di fibre contenente liquidi. Quanto più si studiano le cellule viventi tanto più intricata ne appare la struttura, ma non sappiamo ancora quale sia questa struttura. Ciò che sappiamo di questo meccanismo è affatto inadeguato a spiegarne le azioni. Possiamo vedere che la

sostanza ha poteri d'agire, ma non ne comprendiamo le attività.

Una parte importante del problema dell'evoluzione è naturalmente l'origine della vita, il che sembra significare la origine del primo protoplasma. Ma devesi confessare che su questo argomento la nostra ignoranza è tanto profonda quanto prima. Infatti le rivelazioni della microscopia moderna hanno allontanato ancora più da noi la soluzione di questo problema. Finchè potemmo considerare il protoplasma come un composto chimico, definito benchè complesso, ci fu possibile credere che la sua origine nei tempi geologici passati sia stata soltanto una questione di affinità chimica. Fu facile supporre che nelle condizioni delle prime età, quando gli elementi chimici erano necessariamente posti fra loro in relazioni differenti da quelle d'oggi, potessero sorgere combinazioni chimiche risultanti in un corpo complesso, il protoplasma. Questa supposizione fu il fondamento di varie ipotesi sull'origine della vita. Ma avendo ora appreso che questa sostanza vitale non è un composto chimico, ma un meccanismo, tale concetto dell'origine della vita non è più sostenibile. In suo luogo devono invocarsi forze che possano costruire un meccanismo. Ma anche gli evoluzionisti più spinti non hanno ancora suggerito un metodo per riempire questo vuoto, e oggi dobbiamo riconoscere che il problema dell'origine della vita è più oscuro che mai. Possiamo spiegare l'origine di composti chimici, ma rimane per ora incomprensibile la loro combinazione in quella macchina organizzata che è il protoplasma.

Meccanica dello sviluppo.

Negli ultimi anni sorse un nuovo metodo per studiare alcuni di questi problemi generali. Abbiamo veduto che una delle questioni più importanti del giorno è quella se l'evoluzione è dovuta alla selezione di variazioni che appaiono nel plasma germinativo, o se vi abbiano parte anche le variazioni che si producono nel corpo. Ora lo studio del protoplasma va offrendo un metodo per distinguere fra queste due classi di caratteri, e così forse di arrivare a mostrare quale parte ciascuna abbia rappresentato. Sorse recentemente un nuovo ramo di studio sperimentale chiamato *Mecchanica dello sviluppo* (*Entwicklungsmechanik*), che si studia di distinguere fra i caratteri ereditari e quelli acquisiti sperimentando sull'uovo in via di sviluppo.

Nell'uovo fecondato deve essere contenuta la base fisica dell'eredità (plasma germinativo) e nello sviluppo dell'uovo dobbiamo avere il dispiegamento di questa sostanza. Se noi possiamo seguire il dispiegarsi di questo plasma germinativo potremo forse risolvere alcuni dei problemi dell'eredità e separare i caratteri acquisiti da quelli congeniti. Per quasi mezzo secolo i naturalisti studiarono questo svolgersi mediante la *Embriologia*, e per mezzo di questa scienza cercarono di apprendere le leggi della vita. Ma pel passato l'embriologo fu guidato principalmente dal concetto assai suggestivo che l'embriologia di un animale ripete la sua storia passata, e fornisce perciò una chiave per la passata evoluzione del regno animale. Lo studio dell'embriologia fu nel passato specialmente uno studio di *filogenia*, cioè di storia passata.

Sotto lo stimolo di questa idea, le ricerche vennero

spinte in ogni direzione e si ottennero dati immensi sulla evoluzione degli animali. Ma l'embriologia non ha risposto a tutte le questioni poste, e vi è quindi oggi una tendenza a svalutare questo studio come delusorio. È fuor di dubbio che i risultati lasciarono alquanta delusione. Si sperò un tempo che avrebbe rivelato con grande accuratezza la storia degli animali, e l'avrebbe insegnata così completamente da dare una conoscenza molto profonda delle leggi dell'evoluzione. Ma per tutti e due i lati essa deluse le speranze. Come fonte di storia fu trovata soggetta a tante irregolarità inducenti in errore, che in un grande numero di casi il significato dei numerosi fatti contraddittori non può essere determinato. Senza dubbio questa scienza ebbe un grande valore e la zoologia moderna deve grandemente alle scoperte dell'embriologia. Ma nel loro complesso i risultati non soddisfecero. Va crescendo il sentimento che gli importanti insegnamenti di questo studio sono stati tutti ricavati, e un ulteriore studio moltiplicherebbe soltanto i particolari senza insegnare di più. Inoltre, si sentì che questo studio non aveva prodotto molto per quanto è delle leggi generali dell'evoluzione. Nel regno animale ha rivelato parecchi fatti quanto al piano generale dell'evoluzione; nel regno vegetale ci ha insegnato ben poco di questo genere. Nei due regni poi i suoi insegnamenti sono così confusi dalle condizioni modificanti che è difficile trarne delle conclusioni definite. In breve, mentre lo studio della embriologia ebbe grande valore per la zoologia, ha, per gli insegnamenti generali, fallito alle speranze ed ora offre poco promessa di maggiori risultati. Ecco quindi i naturalisti che s'interessano ai problemi dell'evoluzione degli animali, volgersi in altre direzioni. L'embriologia non attrae gli studiosi odierni.

Ma una nuova fase dello stesso argomento generale

comincia ad assumere una grande importanza come mezzo di studiare le leggi dell'eredità e il protoplasma. È chiaro che il plasma germinativo e il suo svolgimento devono nascondere i segreti più importanti della evoluzione e della vita. Ma come si possono scoprire questi segreti? Certo il metodo più naturale sarebbe di porre l'uovo in condizioni non ordinarie. L'uovo si sviluppa normalmente in un ambiente definito, e l'animale adulto è una combinazione dei caratteri del plasma germinativo con caratteri acquisiti impressi sull'uovo in sviluppo dall'ambiente. Se possiamo separare i due ci avvicineremo alla determinazione della parte che ogni tipo di variazione rappresenta nel processo evolutivo. Ora, se noi possiamo porre l'uovo in condizioni interamente nuove, potremo determinare quanto i caratteri acquisiti prodotti dal nuovo ambiente modificano l'animale e acquistare così dati per separare i caratteri acquisiti (ontogenetici) da quelli congeniti. Per riuscire a ciò si studia accuratamente l'uovo dalla sua prima apparizione come uovo, attraverso i suoi stadi di maturazione, attraverso la fecondazione e il suo primo sviluppo. Esso viene posto in una quantità di condizioni non naturali. È tagliato in pezzi e la storia dei frammenti viene studiata ed ogni ambiente possibile viene sostituito al normale.

Secondo l'idea che tutti i caratteri specifici sono innati, che è la solita, e che l'evoluzione fu prodotta solo dalla selezione di caratteri congeniti, la sostanza germinativa deve contenere una struttura praticamente uguale a quella dell'adulto. Weismann, come vedemmo, considera quindi il plasma germinativo come straordinariamente complesso, e ha fatto una rappresentazione immaginaria di questa sostanza. Questo concetto vede ogni particolarità dell'adulto rappresentata in qualche modo in questo complesso plasma germinativo. Tale

concetto considera lo sviluppo dell'uovo come il semplice dispiegarsi di qualche cosa che è già presente in esso.

Nell'ultimo secolo alcuni naturalisti sostennero che nell'uovo v'era già presente un animale in miniatura esattamente uguale all'adulto fuorchè nelle dimensioni, e che lo sviluppo dell'uovo era la cresciuta di questo piccolo individuo. Lo sviluppo dell'uovo era così solo l'accrescimento o *evoluzione* di un individuo già contenuto nell'uovo dal principio. Questa idea dello sviluppo fu chiamata *evoluzione*, termine che significava quindi a quel tempo qualche cosa di interamente differente dal suo significato attuale. Un evoluzionista del secolo scorso era quindi solo un naturalista che credeva che l'uovo contenesse un adulto in miniatura e che lo sviluppo ne fosse soltanto lo svolgimento. Si vedrà quindi che l'opinione di Weismann è solo una forma modificata della stessa teoria. Certo Weismann non crede che l'uovo contenga un adulto in miniatura, ma crede che esso contenga un plasma germinativo che ha una struttura di grande complessità che corrisponde a quella dell'adulto. Egli considera ancora lo sviluppo come lo svolgimento di questo plasma germinativo o il rendersi manifesti di caratteri che erano solo potenziali nel germiplasma. Si vedrà quindi che questo concetto dell'uovo è una parte della teoria che basa il metodo dell'evoluzione interamente sopra la selezione di variazioni congenite.

Dall'altra parte gli *evoluzionisti* dell'altro secolo ebbero per oppositori gli *epigenisti*, i quali negavano che l'uovo contenesse un piccolo adulto, ma sostenevano che l'uovo era semplice, e che l'adulto veniva gradualmente costruito, come una casa coi mattoni. Questa scuola ebbe successo contro i primi evoluzionisti perchè è facile vedere che l'uovo non contiene un adulto in mi-

niatura e che l'embrione si forma gradualmente durante lo sviluppo. Ma la nuova forma della vecchia *evoluzione* che Weismann oggi sostiene non può così facilmente essere sconfessata. Gli epigenisti antichi sono oggi rappresentati da una scuola di moderni studiosi della meccanica dello sviluppo che nega vivacemente le conclusioni di Weismann sulla grande complessità del plasma germinativo. Essi sostengono che i caratteri dell'adulto sono in larga misura dovuti all'azione di forze esterne sul protoplasma molto instabile dell'uovo. L'uovo è relativamente semplice e la complessità sorge durante lo sviluppo. Mentre l'uovo si sviluppa, le parti vengono costantemente poste in nuove relazioni reciproche, e queste nuove relazioni producono sempre nuovi effetti. La complessità sorge quindi durante lo sviluppo di un uovo relativamente semplice in origine. Lo sviluppo non è uno *svolgimento*, ma un *acquisto* di complessità. Naturalmente gli epigenisti ammettono che vi sono differenze iniziali nell'uovo, altrimenti non potrebbero spiegare perchè da due uova poste a covare sotto una stessa gallina escano una gallina e un'anitra. Ma essi sostengono che le differenze sono relativamente piccole e che non vi è una complessità quale suppone Weismann; la complessità sorge lentamente come risultato dell'azione delle nuove relazioni. Le differenze fra le uova non sono paragonabili a quelle degli adulti ma solo sufficienti a incamminare lo sviluppo per linee differenti. I caratteri dell'adulto sorgono durante lo sviluppo come risultato di forze esterne. Questa idea è evidentemente una parte del concetto di *specie ontogenetiche*, del quale abbiamo già parlato. È abbastanza chiaro che se l'*evoluzione* è il risultato dell'idea di Weismann della origine delle specie per variazioni nel plasma germinativo, questa nuova fase dell'*epigenesi* è una conseguenza logica dell'idea che attribuisce ai ca-

ratteri acquisiti o ontogenetici una parte importante nella evoluzione. Se l'adulto è rappresentato completamente nell'uovo, dobbiamo ammettere che le specie furono prodotte da variazioni congenite nel plasma germinativo. L'origine di una nuova specie sarebbe quindi soltanto la formazione di un nuovo genere di plasma germinativo. Ma se l'adulto non è rappresentato interamente nell'uovo, ma i suoi caratteri sono in grande parte prodotti dall'azione di condizioni esterne sul protoplasma instabile, allora l'ambiente ha un effetto deciso sulla origine delle specie. Da questa idea consegue che la classe dei caratteri acquisiti forma una larga parte dei caratteri degli animali e delle piante ed il problema di spiegare il metodo di origine delle specie non sarà solo quello di spiegare la formazione del plasma germinativo, ma anche quello di determinare la relazione fra il protoplasma variabile e le sue condizioni. L'una idea trova nella variazione congenita la sola base della discendenza, mentre l'altra dà una larga azione ai caratteri acquisiti, indipendentemente dalla questione dell'eredità. È evidente che la conclusione finale sul metodo naturale di formazione delle specie dipenderà dalla conclusione raggiunta intorno alla natura del plasma dell'uovo ed alle leggi che ne regolano lo sviluppo.

Finora i nuovi studi di meccanica dello sviluppo furono diretti molto a decidere fra queste due idee nella natura del plasma dell'uovo. Non si può dire che sia stato raggiunto un risultato positivo. Ma se si vuole comprendere l'aspetto presente degli studi biologici è necessario sapere che cosa si fa in questo campo di ricerca, anche se le conclusioni sono scarse. Un breve accenno al genere di esperimenti che si vanno facendo sarà quindi al suo posto qui come chiusa della nostra rassegna del metodo dell'evoluzione.

Esperimenti di meccanica dello sviluppo.

Accenneremo prima ad una questione semplice, apparentemente suscettibile di una soluzione facile. È ammesso da tutti che vi deve essere nell'uovo qualche sostanza che sia la base della eredità e che possiamo chiamare plasma germinativo. Ora il primo stadio nello sviluppo dell'uovo consiste nella divisione di questo in due parti, e sorge subito la questione del come si divide la sostanza germinativa. Comincia essa a differenziarsi in modo che ognuna delle due metà riceve una qualità differente di materiale, o si divide in modo che ogni parte riceve una metà uguale? Se le idee di Weismann sull'uovo fossero esatte, manifestamente ogni metà dovrebbe essere capace di produrre solo mezzo animale, poichè il plasma germinativo è materialmente diviso, mentre se hanno ragione gli epigenisti ogni cellula dovrebbe essere identica e capace di produrre in giuste condizioni un intero individuo. Secondo il concetto di Weismann la divisione risulterebbe in un differenziamento ed ogni metà avrebbe quindi solo metà dei poteri dell'uovo originario. Secondo l'idea opposta ogni metà sarebbe solo più piccola, ma conterrebbe protoplasma non differenziato ma capace di produrre un intero animale se posto in condizioni adatte, poichè sono le condizioni piuttosto che l'eredità che producono l'adulto. Per risolvere tale questione si sono combinati esperimenti per isolare una delle due metà di un uovo in divisione e vedere che cosa diventa. Ciò si fa talora uccidendo una delle prime due cellule con un ago rovente e sorvegliando l'altra, talora scuotendo l'uovo finchè le cellule si separano, e talora separandole con

strumenti delicati. Inoltre quando l'uovo si è diviso in quattro e poi in otto parti sorgono le stesse questioni e gli stessi esperimenti si offrono spontanei.

Già queste esperienze son divenute assai numerose, e furono fatte su animali differenti e da molti osservatori. I risultati furono straordinariamente contraddittori. Talora una metà di uovo sviluppa solo un mezzo embrione che ha un solo lato o un solo apice, sembrando così indicare che vi è un differenziamento di sostanza germinale tale che ogni cellula dell'uovo diviso riceve quella parte di plasma germinativo che deve regolare lo sviluppo di una metà dell'animale, come supporrebbe Weismann. Ma in altri animali avviene il contrario e ogni metà di uovo si sviluppa in un animale che differisce solo per le dimensioni dall'animale normale sviluppato dall'uovo intero. Da ciò parrebbe che l'idea della differenziazione di Weismann è falsa e che lo sviluppo di un mezzo uovo in un animale intero o in un mezzo animale dipende semplicemente dalla sua relazione coll'altra metà. Se rimane in contatto coll'altra metà sviluppa solo metà della struttura adulta, mentre se viene separata da sola può sviluppare un intero animale. Tali risultati suggerirebbero naturalmente che lo sviluppo dipende dalle relazioni, e non è lo svolgimento di qualche struttura germinale già presente nell'uovo. Quando gli esperimenti danno risultati così contraddittori, è naturalmente difficile tirare qualche conclusione, ma l'opinione generale degli studiosi d'oggi è che il concetto di Weismann del graduale svolgersi del plasma germinativo non è in armonia coi fatti.

Vi sono altre serie di esperimenti diretti alla soluzione di altre simili questioni. Abbiamo appreso che i caratteri ereditari sono nel nucleo dell'uovo e che nella fecondazione questo si unisce con un altro nu-

cleo (maschile). Si combinarono esperimenti di privare l'uovo del suo nucleo e sostituirvi un nucleo di altra origine, e poi osservare lo sviluppo per vedere se sia il nuovo nucleo o la sostanza dell'uovo originale ciò che regola lo sviluppo. Oppure l'uovo viene privato del suo nucleo e gli si danno due nuclei da due cellule maschili per produrre un individuo con due nuclei paterni invece di uno paterno ed uno materno. Oppure due nuclei ovulari sono introdotti in un uovo al posto di un nucleo maschio. In senso diverso si fecero esperimenti ugualmente importanti per provare quanto lo sviluppo possa essere modificato cambiando le condizioni. Si mettono uova in acqua contenente una maggior quantità di sale o d'altri composti chimici. Uova che sviluppano scheletro calcareo nei primi periodi dell'embrione vengono posti in acqua che non contiene calcare o che ne contiene una quantità insolita. Si sforzano uova a svilupparsi a temperature insolitamente basse o alte. Più straordinari ancora sono gli esperimenti che mostrano come uova che normalmente richiedono la fecondazione possano essere stimulate a svilupparsi senza unione con una cellula maschile trattandole soltanto con certi sali. Tutti questi esperimenti tendono naturalmente a informarci dell'influenza degli agenti esterni sullo sviluppo, e indicano quindi di quanto l'adulto sia il risultato di un semplice svolgimento di struttura dell'uovo, e di quanto sia fatto di caratteri acquisiti sviluppati dall'azione diretta dell'ambiente.

Analoghi esperimenti son fatti sugli adulti che hanno il potere di riprodurre le parti perdute. Molte piante possono rifare le parti perdute, e questo avviene anche per molti animali inferiori. Tali fenomeni offrono questioni suggestive che toccano anche la struttura e il potere del protoplasma. Quando, per esempio, una lucertola riproduce una zampa perduta, lo fa in modo

uguale a quello in cui fu prodotta la zampa originale e quindi sotto l'influenza di forze simili e forse di plasma germinativo simile raccolte nelle cellule del corpo, o la nuova zampa si sviluppa in modo differente e perciò sotto l'influenza di una nuova serie di forze? Weismann, in accordo della sua teoria della struttura del plasma germinativo, suppone che nelle cellule del corpo vi sia un poco di plasma differenziato che si prende immediatamente l'incarico del processo di rifare la zampa, mentre la scuola avversaria dà una spiegazione differente. Quando certi anfibî sono privati della lente dell'occhio, ne possono rigenerare un'altra in breve tempo. Ma in questo caso si trovò che la nuova lente viene prodotta in una maniera interamente differente dalla prima. Originariamente la lente si sviluppa dall'ectoderma, o strato esterno, mentre la lente rigenerata si sviluppa dalla estremità dell'iride che viene dal mesoderma, parte interamente differente del corpo. Qui siamo apparentemente obbligati ad abbandonare la teoria di Weismann del differenziamento del plasma germinativo e a sostenere che vi è qualche agente superiore al plasma germinativo il quale regola i risultati. Le parti dell'occhio agiscono quasi fossero intelligenti, e quando una lente è perduta e non può facilmente essere rigenerata dall'ectoderma nel modo originario, le altre parti si addossano il compito di rigenerare la lente. Senza, tuttavia, fermarci sui risultati, essi ci serviranno al nostro scopo di fare conoscere il genere di esperimenti che vengono intrapresi da questo nuovo ramo della biologia nella sua ricerca per conoscere qualche cosa della struttura del protoplasma e delle forze impegnate nella produzione degli organismi. I naturalisti sono ora presso a poco nella condizione dei chimici prima che venisse formulata la teoria atomica.

Sarebbe interamente fuori di luogo il tentare di rias-

sumere i risultati. In primo luogo essi non sono ancora concordi. Anche gli esperimenti semplici non producono sempre gli stessi risultati. Le contraddizioni vengono da ogni parte e non si può stabilire quanto esse dipendono dall'imperfezione del metodo e quanto dalle differenze nella natura intrinseca dei vari animali. Le osservazioni si moltiplicano, ma l'intero argomento è troppo confuso per permettere di trarne conclusioni generali di molto valore. Il campo di ricerca è difficile. L'esperimentarvi richiede grande ingegnosit  perch  riesca, e grande cautela nell'interpretazione. I risultati non possono essere aspettati subito. Lo studio delle modificazioni che si osservano nella divisione della cellula richiese vari anni prima che quelle fossero comprese, e cos  pure in questo nuovo campo di studi dobbiamo attendere utili risultati solo quando le osservazioni saranno state assai pi  estese.

Se abbiamo parlato qui di questo argomento non fu per trarre una conclusione sul metodo di origine delle specie, ma solo per indicare i nuovi indirizzi di ricerche che i biologi moderni seguono per cercare di sciogliere i problemi dell'eredit  e della variazione. Non si pu  prevedere quali ne saranno i risultati nel futuro, ma esso   certo un indirizzo molto promettente. Questo campo attrae oggi l'attenzione di molti fra i migliori naturalisti, specialmente dei pi  giovani, i quali sentono che vi   poca speranza di progresso seguendo la via di discussione e di speculazione che ha attratto i biologi dopo Darwin. Forse questo nuovo ramo di esperimento condurr  alla scoperta di qualcuna delle forze ignote che i naturalisti tacitamente riconoscono doversi scoprire prima che si possa riposare soddisfatti nella convinzione di aver risolto il metodo di origine delle specie. Ma su questo punto nessuno di questi studi ha dato risultati luminosi.

Riassunto generale.

Potrà servire per rendere l'argomento un poco più chiaro il dare in conclusione un riassunto generale della condizione attuale della scienza davanti al problema del metodo dell'evoluzione. Tale sommario potrà, senza dubbio, dar luogo a critiche ed a contestazioni sui particolari, ma il suo contenuto generale non sarà lontano dall'esprimere l'attitudine presente dei naturalisti verso il problema.

La produzione delle specie attuali di animali e di piante dipese in primo luogo dalla proprietà di riproduzione, proprietà che è universale colla vita. Essa è una funzione del protoplasma, ed è per ora inintelligibile. Questa facoltà di riproduzione appartiene a tre gradi differenti di materia vivente, gli individui, le cellule o minute parti onde l'individuo è composto, e in terzo luogo agli elementi ancora più minuti onde la cellula è composta, che furono chiamati plasmi. Ognuno di questi gradi di materia organizzata rappresenta la sua parte nella produzione delle specie.

Questa sostanza protoplasmatica sembra sia stata assolutamente continua attraverso le generazioni venendo semplicemente trasmessa di padre in figlio, ma sempre crescendo in massa. Nulla sappiamo della sua origine eccetto che, essendo un meccanismo, non potè essere prodotta da forze puramente chimiche. L'evoluzione del mondo organico e l'origine delle specie venne dal modificarsi graduale dei caratteri di questa sostanza.

In tutti gli organismi, salvo gli infimi, troviamo che l'individuo è fatto di migliaia di parti più o meno in-

dipendenti che sono le cellule, e che *una sola* di queste viene messa a parte per produrre la generazione. Inoltre, abbiamo abbastanza ragione per credere che vi sia una certa parte di questa cellula riproduttiva che controlla di fatto lo sviluppo della generazione successiva, e questa sostanza viene trasmessa di generazione in generazione e serve di base continua per lo sviluppo delle generazioni successive. Questa sostanza chiamiamo *plasma germinativo* e veniamo perciò a distinguere due fasi affatto differenti della materia vivente. L'una è questo plasma germinativo che è continuo di età in età, l'altra è l'individuo che porta il plasma germinativo e che esiste solo per un tempo breve, morendo e scomparendo dopo aver prodotto altri individui per portare il plasma germinativo. L'individuo costituisce la specie ed è appunto l'individuo che si cerca di spiegare studiando l'origine della specie. Se il plasma germinativo sia distribuito per tutto il corpo dell'individuo o solo nelle sue cellule riproduttive, se sia distinto ed indipendente dal protoplasma che è nelle cellule del corpo e regola la vita dell'individuo, sono questioni non ancora risolte. Si ammette tuttavia universalmente che vi sia qualche cosa di continuo di età in età che sia la base del riapparire di individui simili nelle generazioni successive.

Negli individui che appaiono nelle generazioni successive vediamo due tendenze quasi opposte. Troviamo in primo luogo che essi hanno una tendenza molto decisa ad essere uguali e ciò chiamiamo *eredità*; in secondo luogo vi è una tendenza ad essere disuguali e ciò chiamiamo *variazione*. Questa variazione può essere di due generi. Alcune variazioni appaiono nel plasma germinativo continuo, e in questo caso vengono trasmesse alle generazioni seguenti, poichè il plasma germinativo viene trasmesso di età in età. Altre

avvengono nell'individuo per effetto dell'azione dell'ambiente sopra di esso. Quando il corpo muore esse naturalmente scompaiono, a meno che si siano in qualche modo impresse sul plasma germinativo. È ancor dubbio se possano fare ciò, ma poichè possono svilupparsi di nuovo ad ogni generazione, finchè lo stesso ambiente agisce sopra la medesima sostanza germinale, esse *costituiscono una parte dei caratteri specifici*, che i naturalisti cercano di spiegare. L'origine della specie include perciò caratteri congeniti e acquisiti.

Queste variazioni costituiscono i materiali coi quali furono costrutte le specie degli animali e delle piante e l'evoluzione avvenne per l'accumularsi di tali variazioni l'una dopo l'altra nelle generazioni. Quanto alla causa delle variazioni le nostre cognizioni sono ancora assai inadeguate. Alcune fra esse sono dovute probabilmente all'instabilità generale del protoplasma e del plasma germinativo; altre all'azione diretta dell'ambiente modificato sulla sostanza vivente, e alcune forse al risultato della mescolanza di plasmi germinativi di origine diversa nel processo della riproduzione sessuale. Le variazioni sono generalmente piccole e considerabili solo come distacchi da una media generale, poichè tutti i caratteri in genere, si possono disporre metà sopra e metà sotto la media. Tali variazioni sono universali. Ma vi sono anche frequentemente variazioni di maggiore estensione, chiamate variazioni discontinue. Esse consistono in un distacco subitaneo e largo di un individuo dal tipo dei genitori, dovuto a qualche forza agente sul plasma germinativo che noi non possiamo comprendere. Ma tali variazioni si verificano ed hanno una parte nel processo evolutivo.

La forza che combinò insieme queste pietre per formare le differenti specie, producendo l'evoluzione degli organismi fu specialmente la selezione. La selezione è

una delle forze universali connesse colla vita organica e agisce ugualmente sui caratteri acquisiti e su quelli congeniti. Selezione significa semplicemente che certe varietà hanno opportunità di lasciare dei discendenti, mentre altre non l'hanno. Ma vi sono vari generi di selezione. Nell'accoppiamento degli animali domestici e delle piante coltivate la selezione è la scelta dell'allevatore. Solo i tipi ch'egli sceglie hanno la opportunità di riprodursi, e quindi regolano il futuro sviluppo della razza. Nella natura altre forze prendono il posto di questa scelta. Prima fra tutte la selezione naturale, forza che produce questo risultato che fra le numerose varietà solo quelle che sono meglio adatte alle condizioni possono sopravvivere alla severa lotta prodotta dalla superproduzione di individui. Ne segue che i sopravvivenenti saranno sempre fra quegli individui in cui l'efficienza degli organi per adattarsi all'ambiente è piuttosto sopra che sotto alla media. La seconda generazione discenderà quindi da individui nei quali l'attitudine a combattere contro le condizioni era alquanto maggiore che nella generazione precedente. Finchè le variazioni sono nel plasma germinativo vengono ereditate e così è fatto un passo in avanti per l'eliminazione di quegli individui meno adatti. Per tal modo la sopravvivenza del più adatto costruisce a poco a poco gli organi e produce l'adattamento così meraviglioso nella natura. La razza così progredisce, una generazione dopo l'altra, secondo il principio della sopravvivenza di quelli individui i cui caratteri sommati, congeniti ed acquisiti, sono sopra la media. Ma, benchè ciò sia vero, è d'altra parte indubitabile che talora una variazione discontinua inizia una nuova linea di discendenza. Per questo mezzo si fa talora in un passo solo una grande aggiunta alla struttura.

Ma tale progresso, per lento sommarsi di piccoli

passi, tenderebbe a portare tutti gli animali di una specie in una stessa linea. L'incrocioamento libero degli individui d'ogni specie impedirebbe di allontanarsi molto dalla media. L'incrocioamento eliminerebbe naturalmente le variazioni discontinue, e non si produrrebbe divergenza di una o più linee di discendenza per la selezione naturale agente sopra le medie. Ma vi fu nella storia dell'evoluzione una serie di forze diverse tendenti a separare gruppi di animali dai loro affini, per quanto riguarda il mutuo incrocioamento, e questo isolamento spezza la massa dei discendenti d'una specie in gruppi.

Le forze che producono questa separazione sono varie, e comprendono fattori geografici e fisiologici come mentali e sociali, ma il risultato è l'incrocioamento stretto dei membri dei gruppi isolati. Ciò fa sviluppare ogni gruppo in una linea a sè, e così produce la evoluzione divergente. Per tale segregazione i discendenti di una sola specie sono separati l'uno dall'altro, e poi per l'accumularsi delle variazioni nei singoli gruppi, ognuno si svolge per una linea alquanto differente dagli altri. Col tempo i due gruppi divengono specie distinte. Coll'isolamento e colla selezione le specie si sono modificate continuamente e diventano sempre più differenti.

La questione principale che s'impose ai biologi fu, ed è ancora, quella della relazione fra i due tipi di variazione. Naturalmente solo quelle variazioni che toccano il plasma germinativo possono influenzare l'evoluzione. Ma queste variazioni insorgono sempre nel plasma germinativo, o non possono prima originarsi nel corpo e poi essere trasportate al germe? Le variazioni nel corpo contano permanentemente o solo temporaneamente per ogni generazione? Non è ancora stabilito se le variazioni che avvengono nel corpo di

un individuo, dopo la fecondazione dell'uovo vengono di fatto incorporate nel plasma germinativo in modo da divenire ereditari, benchè sia quasi certo che qualche cosa di questo genere avvenga, almeno nelle piante. Ma sia o non così, queste variazioni hanno certamente una parte molto importante nel processo. In primo luogo appare che molti dei caratteri delle nostre specie non sono ereditari, e quindi non sono necessariamente espressi nel plasma germinativo. Essi sono soltanto acquisiti indipendentemente da ciascuna generazione per l'azione delle forze esterne sul protoplasma instabile. Li chiamiamo "specifici", perchè sono universalmente associati colla specie, ma non sono necessariamente innati. Finchè i caratteri specifici sono di tale natura essi sono evidentemente "acquisiti", non "congeniti". Ma sono precisamente questi caratteri acquisiti che adattano l'individuo direttamente alle sue condizioni e mettono quindi in grado gli animali e le piante di adottare nuove abitudini quando ne sorge la necessità. Se non fosse di essi gli organismi sarebbero a mal partito. Se fosse necessario che un animale od una pianta attendesse una variazione accidentale appropriata nel plasma germinativo prima di poter adottare nuove abitudini, l'evoluzione stenterebbe ad andare avanti. Ma questi caratteri acquisiti rendono l'individuo adattato direttamente alle sue condizioni e lo proteggono finchè appare più tardi qualche variazione fortuita nel plasma germinativo che sia utile alle condizioni particolari della vita. Questa viene poi scelta dalla selezione naturale e viene d'allora in poi trasmessa come carattere ereditario, poichè è parte del plasma germinativo. Quindi i caratteri acquisiti esercitano una parte importantissima, guidando il corso dell'evoluzione, vengano o non ereditati.

Queste varie forze agendo insieme producono l'evo-

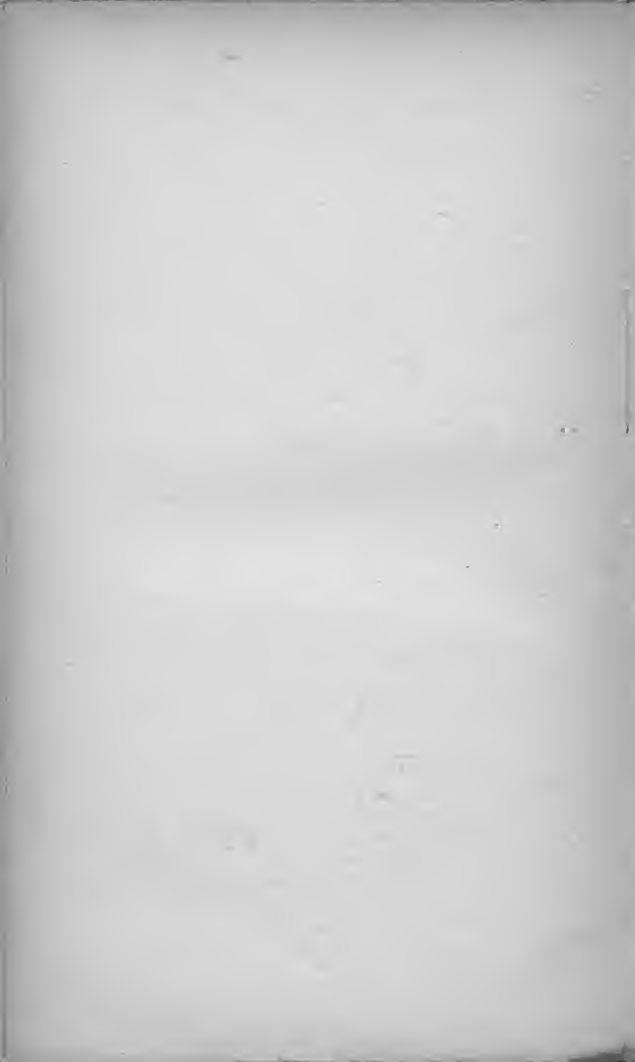
luzione organica. Una specie attuale è così il risultato della selezione di certe variazioni nella sostanza germinale combinate con altre insorte nelle cellule del corpo per effetto di forze esterne. Le relazioni esatte di questi due tipi di variazione fra loro non possono ancora essere stabilite soddisfacentemente. Nè il Neo-Lamarckismo, che basa l'evoluzione principalmente sui caratteri acquisiti, nè il Neo-Darwinismo (o Weismanismo), che la basa unicamente sulla selezione naturale dei caratteri congeniti, è interamente soddisfacente. Ciascun tipo di variazione rappresenta certo una parte negli animali e nelle piante quali li vediamo oggi. L'accumularsi delle variazioni congenite combinato, o almeno aiutato, dalle variazioni acquisite, ha prodotto la variazione filogenetica ossia l'evoluzione del mondo organico.

Molti punti del processo sono ancora oscuri. Sembra abbastanza certo che il vero processo di formazione delle specie sia stato per selezione di variazioni che vennero incorporate nel plasma germinativo. Noi pensiamo di comprendere assai bene il metodo dell'evoluzione delle specie, fuorchè pei materiali impiegati, cioè le variazioni. Ma per ciò che concerne il materiale onde fu costrutta la specie, sappiamo ben poco. La natura e la causa delle variazioni, la questione se sono interamente fortuite o avvengano lungo linee determinate da qualche forza ignota fondamentale, se sono adattate al loro scopo prima della selezione o se lo divengono solo per la selezione, se vi sono forze ancora ignote che determinano la riapparizione di variazioni simili in molti individui alla volta e per parecchie generazioni, sono tutte questioni ancora insolute. Se si dovrà trovarne la soluzione la si troverà nel campo degli studi della variazione e del protoplasma. Questi due campi sono ora accanitamente investigati dai natura-

listi, nella speranza di far qualche luce sui punti ancora avvolti nelle tenebre. Lo studio della variazione ci mostra come e realmente agisca la selezione nel mondo, va svelandoci il significato delle variazioni discontinue come di quelle piccole, e sta forse scoprendo l'apparizione di variazioni lungo linee determinate. Lo studio del protoplasma ha già mostrato che questa sostanza è un meccanismo che richiede quindi una soluzione da forze meccaniche anzichè chimiche. Ci ha svelata una meravigliosa complessità e una mirabile attività, nascosta anche nella più semplice sostanza vitale. Infine lo studio della meccanica dello sviluppo va apparentemente provando che le forze esterne hanno una azione considerevole sui caratteri dell'adulto e che perciò il metodo d'evoluzione adottato dalla natura comprende qualche cosa di più che la modificazione graduale del plasma germinativo.



65953



INDICE

PREFAZIONE	Pag. v
----------------------	--------

CAPITOLO I.

Introduzione	1
Èra moderna del Pensiero	2
Evoluzione organica	5
La questione di fatto	7

CAPITOLO II.

La questione di metodo. La soluzione proposta da Darwin	12
Origine di un occhio come illustrazione della selezione naturale	23
Fatti che devono essere spiegati dalla selezione naturale	28
Forza della legge della selezione naturale	33
Sviluppo della teoria della selezione naturale	37
Come fu studiata finora la selezione naturale	40
Riassunto	43

CAPITOLO III.

I cinque anelli di Darwin. Prodigalità della Natura, Lotta, Sopravvivenza	46
Prodigalità della Natura	47
Lotta per l'esistenza	50
Lotta per la vita di altri	58

Sopravvivenza del Più Atto o selezione naturale	Pag. 59
Selezione naturale	" 61
Selezione basata su tipi medi	" 66
Utilità	" 69
Che cosa si intende per " valore selettivo "	" 74
Correlazione	" 81
Il problema della variazione	" 83
Riassunto	" 87

CAPITOLO IV.

Variazione	" 90
Natura delle Variazioni. Abbondanza	" 92
Variazioni intorno ad una media	" 97
L'Evoluzione è continua o discontinua?	" 102
Le variazioni sono continue o discontinue?	" 106
Possono le variazioni discontinue originare nuovi tipi?	" 110
La variazione discontinua come spiegazione dell'inizio degli organi	" 119
Le variazioni sono determinate o casuali?	" 124
Variazioni determinate prodotte dall'ambiente	" 130
Riassunto	" 137

CAPITOLO V.

Eredità	" 139
Variazioni acquisite e variazioni congenite	" ivi
Teoria di Weismann sulla eredità	" 143
La essenza della eredità	" 145
La essenza della variazione	" 151
Modificazioni alla prima teoria di Weismann	" 155
Deduzioni dalla Teoria di Weismann. Effetto dell'Ambiente	" 169
La teoria di Weismann e il Principio d'utilità	" 176
La teoria di Weismann e il Principio del Non Uso. La Panmixia	" 179
Il Weismannismo e l'umanità	" 183
Riassunto	" 192

CAPITOLO VI.

Il metodo della Evoluzione alla luce del Weismannismo	Pag. 194
Rapporti del Weismannismo coi problemi della variazione e dell'evoluzioue	" 196
Il Weismannismo teoria della eredità e teoria della evoluzione	" 202
Stabilità del pelasma germinativo. Conclusioni teoriche	" 204
Stabilità. Prove d'osservazione	" 209
L'instabilità e l'evoluzione	" 213
Continuità perpetua del plasma germinativo. Conclusioni teoriche	" 215
Eredità dei caratteri acquisiti	" 220
Il Weismannismo quale è oggi	" 228
Il Lamarckismo quale è oggi	" 231
Fenomeni mentali	" 234
Istinti	" 235
Riassunto	" 243

CAPITOLO VII.

Contributi recenti alla Teoria dell'Evoluzione	" 247
La Teoria dell'isolamento	" 249
Metodi di isolamento	" 252
Relazione dell'isolamento colla selezione naturale	" 264
Selezione organica	" 267
Variazioni ontogenetiche	" 268
Azione delle variazioni acquisite nel guidare la scelta naturale	" 271
La Coscienza come Fattore	" 276
Selezione organica e selezione naturale	" 277

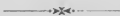
Teoria della selezione germinale di Weismann	Pag. 282
Critica della Selezione germinale	" 289
Riassunto	" 292

CAPITOLO VIII.

Nuovi indirizzi di ricerca. Variazione	" 295
Studi sulla variazione	" 298
Variazioni attorno ad una media	" 299
Relazione delle variazioni coll'ambiente	" 302
Prove sperimentali	" 307
Tutti i caratteri specifici sono congeniti? Specie ontogenetiche	" 310
Variazione discontinua	" 317
Variazione determinata	" 319
Tentativi per spiegare la variazione deter- minata	" 323
Riassunto	" 327

CAPITOLO IX.

Studi sul protoplasma	" 330
Il protoplasma non è un composto chimico ma un meccanismo	" 331
Chimica e meccanica del protoplasma	" 335
Meccanica dello sviluppo	" 337
Esperimenti di meccanica dello sviluppo	" 343
Riassunto generale	" 348



64. LABANCA. Gesù Cristo. — Con figure	L. 4 —
65. ANDERSON. Le civiltà estinte dell'oriente	8 —
66. COUGNET. I piaceri della tavola. — Con figure	5 —
67. SIGHELE. L'intelligenza della follia	2,50
68. HICKSON. La vita nel mari. — Con figure	2,50
69. COSTA. Il Buddha	8,50
70. SOLERTI. Le origini del melodramma	8,50
71. BROFFERIO. Per lo Spiritismo	8,50
72. CLODD. Storia dell'Alfabeto. — Con figure	8 —
73. DEL LUNGO. Goethe e Helmholtz	2 —
74. FINOT. La filosofia della longevità	8,50
75. ALIPIPI e COMANDUCCI. La liquefazione del gas e dell'aria	8 —
76. FRACCAROLI. L'irrazionale nella letteratura	5 —
77. CONN. Il meccanismo della vita	8 —
78. LEVI. Delitto e pena nel pensiero dei Greci	8,50
79. DEL CERRO. Fra le quinte della Storia	4 —
80. VIAZZI. Psicologia dei sessi	4 —
81. SERGI. Evoluzione umana individuale e sociale	8,50
82. CLODD. L'uomo primitivo. — Con figure	2,50
83. BALDWIN. L'Intelligenza	4 —
84. CAPPELLETTI. La rivoluzione	5 —
85. LOMBRoso. La vita dei bambini. — Con figure	8 —
86. EMERSON. Uomini rappresentativi	8,50
87. MOEBIUS. Inferiorità mentale della donna	2,50
88. GUMFLOWICZ. Il concetto sociologico dello Stato	8,50
89. AGRESTI. La filosofia nella letteratura moderna	8,50
90. LOMBRoso. I vantaggi della degenerazione. — Con figure	8 —
91. PEGHASSI. Le illusioni ottiche. — Con figure	2,50
92. MORASSO. La nuova arma (La macchina)	4 —
93. MENER. Lo stato socialista	4 —
94. CANESTRINI. Gli amori degli animali. — Con figure	8,50
95. RIZZATTI. Dalla pietra filosofale al radio. — Con figure	8,50
96. CARLYLE. Passato e presente	5 —
97. COUGNET. Il ventre dei popoli	5 —
98. BIZZARRI. La base fisica del male	2,50
99. CAPPELLETTI. Storie e leggende	5 —
100. CLODD. Storia della creazione. — Con figure	4 —
101. ZANOTTI-BIANCO. Astrologia ed astronomia	8,50
102. HALL. Il suolo	4 —
103. BARATTA. Curiosità Vinciane. — Con figure	8 —
104. FRACCAROLI. La questione della scuola	8 —
105. EVANS. Lao-tse e il libro della via e della virtù	8,50
106. CLODD. Mitì e sogni	8,50
107. LABANCA. Il papato	5 —
108. VILLA. L'idealismo moderno	5 —
109. FANCIULLI. L'individuo nei suoi rapporti sociali	8 —
110. DUCLAUX. Igiene Sociale	4 —
111. RAVIZZA. Psicologia della lingua	8 —
112. CLODD. Fiabe e filosofia primitiva	8,50
113. CAPPELLETTI. Principesse e grandi dame	5 —
114. NICEFORO. Forza e ricchezza	8,50
115. RENDA. Le passioni	2,50
116. ROMANO. La psicologia pedagogica	4 —
117. RIZZATTI. Dal cielo alla terra	8,50
118. CANESTRINI. Le società degli animali	8 —
119. TONNINI. La psicologia della civiltà egizia	5 —
120. FERRUCCI. Il traforo del Sempione e i passaggi alpini	8,50
121. LOMBRoso e CARRARA. Nella penombra della civiltà	8 —
122. SACCHI. Istituzioni di Scienza occulta	5 —
123. WILDE. Intenzioni	5 —
124. LORIGA. La struttura e le funzioni del corpo umano	5,50
125. BARATONO. Psicologia sperimentale	4 —
126. FANCIULLI. La coscienza estetica	8,50
127. KEY. Il secolo dei fanciulli	8,50
128. CAPPELLETTI. Dal 2 Dicembre a Sedan. — Con figure	5 —
129. ZINI. Giustizia	8 —
130. BALLARD. I miracoli dell'incredulità	4 —
131. LIMENTANI. La previsione dei fatti sociali	5 —

NE. — I volumi di questa serie esistono pure elegantemente legati in tela con fregi artistici, con una lira d'aumento sul prezzo indicato.

S. M.

32

CON

do

zione

r i. -



8.59

